

Die Beeinflussung von Kreislauf und Lungenfunktion durch lungenchirurgische Eingriffe

von

INGRID NEUHOFF

aus Berlin



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548619_0004

Aus der Chirurgischen Universitätsklinik Erlangen

Direktor: Prof. Dr. med. G. Hegemann

Die Beeinflussung von Kreislauf und Lungenfunktion
durch lungenchirurgische Eingriffe

Inaugural - Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Friedrich-Alexander-Universität

zu

Erlangen

Vorgelegt von

Ingrid Neuhoff

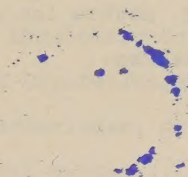
aus Berlin

Gedruckt mit Erlaubnis der Medizinischen Fakultät
der Universität Erlangen-Nürnberg



Dekan: Professor Dr. med. W.-D. Keidel
Referent: Professor Dr. med. G. Hegemann
Tag der mündlichen Prüfung: 28. April 1965

Meinen Eltern in Dankbarkeit gewidmet



Für die freundliche Überlassung des Themas durch
Herrn Prof. Dr. med. Hegemann und die überaus gute
Unterstützung, die mir besonders Herr Dr. Leutschaff
zuteil werden ließ, möchte ich mich an dieser Stelle
recht herzlich bedanken.

INHALTSVERZEICHNIS

1.) Problemstellung	S. 1
2.) Zusammenstellung früherer Kreislaufberechnungen aus der Literatur	S. 2-10
3.) Frühere Untersuchungen von Lungenfunktionsveränderungen bei Lungenerkrankungen	S. 11-13
4.) Beschreibung der Methode der Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE	S. 13-15
5.) Gruppeneinteilung der untersuchten Fälle	S. 15-17
6.) Ergebnisse der Kreislaufberechnungen, nach Gruppen aufgegliedert	S. 18-40
7.) Gegenüberstellung der Ergebnisse der Hauptgruppen in graphischen Darstellungen	S. 41-55
8.) Pathologische EKG-Veränderungen, die durch die Operation verursacht wurden	S. 56-57
9.) Gegenüberstellung der prae- und postoperativen Lungenfunktionsveränderungen	S. 58-63
10.) Beschreibung einzelner Fälle	S. 64-83
11.) Zusammenfassende Stellungnahme zu den Ergebnissen	S. 84-88
12.) Besprechung der Ergebnisse mit Literaturbeispielen	S. 88-93
13.) Zusammenfassung	S. 94-95
14.) Verzeichnis der Literaturangaben	S. 96-97

Ein Eingriff an den Lungen verursacht spezifische Kreislaufveränderungen, deren Ausmaß hier untersucht werden soll. Dabei gehen wir auf die unterschiedlichen Arten der Resektion ein, um herauszufinden, welche Operation den stärksten Einfluß auf den Kreislauf hat. Das Ausmaß der Lungenfunktionsänderungen wird ebenfalls beschrieben. Die Untersuchungen operierter Patienten geben auch Hinweise für die Belastungsfähigkeit des Kreislaufs und des Herzen und damit der Arbeitsfähigkeit.

Wie wirkt sich eine Resektion untüchtig gewordenen Lungengewebes, sei es durch einen Tumor oder durch einen tuberkulösen Prozeß, auf Kreislauf und Lungenfunktion aus? Kann es trotz einer Resektion zur Besserung der physikalischen Kreislaufwerte und der Lungenfunktion kommen, oder tritt in jedem Falle eine weitere Verschlechterung ein? Ist eine vom Alter des Patienten abhängige Komponente vorhanden, so daß jüngere Patienten eine bessere Anpassungsfähigkeit an die veränderten Kreislaufverhältnisse besitzen? Zur Klärung dieser Fragen führten wir Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE durch. Hierzu ist die EKG-Schreibung einer Ableitung, der Carotis- und Femoralispulskurve erforderlich, sowie eines Phonokardiogramms. Zur Ermittlung der Lungenfunktion wurden die Vitalkapazität, Atemgrenzwert, Reserverluft und die Tiffeneau-Werte bestimmt.

Mit einem Siemens-Cardirex-EKG-Gerät wurden Pulskurven von den Patienten registriert, die wegen einer Lungenerkrankung

oder eines Verdachts zur Untersuchung in die Klinik kamen. Mit dieser Methode der Kreislaufanalyse können die Elastizität des arteriellen Systems, das Minutenvolumen aus Blutdruck und Pulskurven der A. carotis und der A. femoralis bestimmt werden.

JUNGSMANN (18) untersuchte in seiner Arbeit vom Jahre 1953, inwieweit die Pulskurvenregistrierung auswertbare Ergebnisse aufzeigt, und von welchen Faktoren Abweichungen abhängig sind. Er unterteilt die Kreislauffaktoren in individuell fixierte Faktoren mit kleiner Schwankungsbreite beim Einzelnen, aber großen Unterschieden zwischen verschiedenen Menschen und variable Faktoren mit großer Schwankungsbreite beim Einzelnen, aber relativ kleinen Unterschieden zwischen verschiedenen Menschen.

Außerdem kann das Schlagvolumen des Herzen aus der Druckkurve der Aorta bestimmt werden. Hierzu müssen wir noch die Windkessellänge ausmessen, um die Pulswellengeschwindigkeit berechnen zu können. Diese Methode haben BROEMSER und RANKE (5) experimentell überprüft. Für die Ausmessung des Windkessels geben sie folgende Werte an:

- 1) Abstand der Incisura jugularis - Carotis-abnahmestelle
- 2) Incisura jugularis - Femoralispulsabnahmestelle.

Die Differenz beider Messungen ergibt die Länge des ausgewerteten Windkessels.

Die Aufnahme der Pulskurven und die daran vorzunehmenden Messungen haben BROEMSER-RANKE (5) und WEZLER-BÖGER (35) beschrieben. Der absolute Wert der Wellengeschwindigkeit ist nach WEZLER (36) durch den möglichen Fehler bei der Messung der Arterienstrecke mit einer Ungenauigkeit von etwa $\pm 5\%$ angegeben. Der Querschnitt des Windkessels ist nach Angaben von WEZLER und BÖGER (35) in dem Querschnitt der Aorta ascendens gegeben. Da WEZLER (36) hierbei auftretende Ungenauigkeiten angibt, werden die Querschnittswerte aus einer Alterstabelle von SUTER (32) entnommen. Nach Untersuchungen von FRUCHT (7) wurden hier im Erwachsenenalter mittlere Abweichungen von rund 11% festgestellt.

Die Bedeutung von Umformungs- und Druckanstiegszeit für die Herzdynamik wurde von HOLLDACK (14) an Personen ohne krankhaften Herzbefund untersucht. Hierbei zeigt sich, daß die Umformungszeit fast unabhängig von der Pulsfrequenz ist, eine ganz geringe Zunahme zeigt sich nur im Bereich von 50 - 90 Schlägen pro Minute, während die Druckanstiegszeit trotz der geringen Zeitwerte eine deutliche Abnahme mit zunehmender Schlagzahl zeigt. Daraus ergibt sich also, daß mit zunehmender Schlagzahl des Herzen die Anspannungszeit bei Kreislaufgesunden ausschließlich durch Verkürzung der Druckanstiegszeit verändert wird. HOLLDACK (14) deutet dies so, daß bei Herzen, deren Sympathicotonus schon in der Ruhe gesteigert ist, die Kontraktionsgeschwindigkeit erhöht ist

(verkürzte Druckanstiegszeit). Die Füllungsverhältnisse bleiben dagegen bei diesen Untersuchungen trotz der Frequenzsteigerung fast unverändert. Die beiden Phasen, in denen die Arbeit geleistet wird, also die Druckanstiegszeit, während der die elastischen Anteile der Herzwand (REICHEL 23, 24) gedehnt werden und die Austreibungszeit, in der die äußere Arbeit geleistet wird, sind also gleichermaßen und im selben Sinne frequenzabhängig. Die Umformungszeit dagegen, während der der Kontraktion noch kein Widerstand entgegensteht, ist weitgehend unabhängig von der Frequenz des Herzen.

Die Herzkraft steht nach FRANK (6), STARLING (29) und STRAUB (30) zur Füllung des Herzen in Beziehung. Sie fassen die Energie der Herzkontraktion und die Reservekraft des Herzen als Funktion des Herzvolumens und der Herzfüllung auf. BLUMBERGER (3) beschreibt zwischen Anspannungszeit, Austreibungszeit und der Herzfüllung bestehende Abhängigkeiten, die bei der Untersuchung der mechanischen Herztätigkeit des Menschen berücksichtigt werden müssen. Die Breite, innerhalb derer die Werte von Anspannungs- und Austreibungszeit beim Gesunden schwanken, ist recht groß und damit den verschiedenen Aufgaben der Hämodynamik besonders angepaßt. So wird man, falls in den Beziehungen zwischen zwei veränderlichen hämodynamischen Größen auffallende Veränderungen oder Störungen auftreten, aus deren Feststellung auch dann, wenn jede Größe für sich noch keine sicheren krankhaften

Abweichungen erkennen läßt, schon schließen können, ob die Dynamik des Herzen durch einen krankhaften Vorgang in Mitleidenschaft gezogen ist oder nicht (BLUMBERGER 3). Die Versuche zeigen deutlich, daß die Größenänderungen des Quotienten

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

unter Arbeit in erster Linie von Größenänderungen der Anspannungszeit bestimmt werden.

Wird festgestellt, daß bei einem Kranken ohne Klappenfehler der Quotient sich im Laufe der Zeit verkleinert, dann kann hieraus ungeachtet seiner absoluten Größe auf eine Abnahme der absoluten Herzkraft geschlossen werden (BLUMBERGER 4). Die an über 70 Herz- und Kreislaufgesunden gewonnenen Erfahrungen lassen BLUMBERGER (4) die untere Grenze der normalen Größenordnung des Quotienten bei 2,5 festlegen. Die Unterschreitung erlaubt, eine Herabminderung der Herzkraft anzunehmen, da der Quotient vor allem von Herzkraft und Herzfüllung abhängig ist. REINDELL und BAYER (25) beschreiben nach einer dem Kreislaufzustand angepaßten Belastung bei Herzgesunden eine Verkürzung der Anspannungszeit um durchschnittlich 10 - 15 %, während die Austreibungszeit keine Unterschiede zeigt. Es besteht lediglich eine Abhängigkeit von der Höhe der Schlagzahl.

Die Frage, ob eine Lungenerkrankung einen Kreislauf- und

Herzmuskelschaden setzt, wurde von GRUNDEL (8) untersucht. Er führte unter anderem Kreislauffunktionsprüfungen nach BROEMSER-RANKE, WEZLER-BÖGER und SCHELLONG durch. Anhand der Untersuchungen zeigt der Verfasser hauptsächlich bei Tuberkulosekranken aufgetretene Veränderungen auf. In der latenten Phase sind sie reversibel, während durch Übergang in die cirrhotische Form ein irreversibler Kreislaufschaden gesetzt werden kann. GRUNDEL (8) stellte weiterhin fest, daß bei Carcinomen schon nach relativ kurzer Anamnese bei allen von ihm untersuchten Fällen ein Kreislauf- und Myokardschaden gesetzt war. Diese Befunde erklärt er durch Stoffwechseleinflüsse und toxische Schädigung durch das Carcinom. WEZLER (37) untersuchte in einer anderen Arbeit Funktionsstörungen, die durch verschiedene Erkrankungen hervorgerufen werden. Er gibt hier an, daß nicht allein die Kenntnis von Schlag- und Minutenvolumen wichtig sind, sondern auch noch die Ermittlung anderer Meßgrößen, wie z. B. der elastische Gesamtwiderstand E' und der periphere Gesamtströmungswiderstand W des arteriellen Systems und der als Dämpfungsfaktor des Systems wirksame Quotient E'/W (als Rückstellkraft des Windkessels bezeichnet). Die Größe des Quotienten soll charakteristisch sein für den Typus der Gesamteinstellung des Kreislaufs. SINN (28) beschreibt die Abhängigkeit des Schlagvolumens von den Kreislaufwiderständen. Das Schlagvolumen wird als Summe aus Speichervolumen und systolischem Durchflußvolumen bezeichnet. Je kleiner

aber der periphere Gesamtströmungswiderstand, umso weniger Volumen wird windkesselartig gespeichert und umso kleiner wird die absolute und relative Diastolendauer. Der elastische Gesamtwiderstand E' wird als die Größe bezeichnet, die das Speichervolumen des Gesamtsystems bestimmt. Dieser Wert wird hier allerdings als doppelt so groß angegeben wie der bei den Berechnungen nach BROEMSER und RANKE erhaltene.

WEZLER (36) beschreibt bei CO_2 -Atmung und Sauerstoffmangelatmung eine durch Erhöhung der CO_2 -Spannung auftretende Erregung des Vasomotorenzentrums, die außer zu Blutdrucksteigerungen auch noch zu weiteren Veränderungen im Kreislauf führt. Nach seinen Messungen nahmen Schlag- und Minutenvolumen im akuten Erstickungsversuch ab, ebenso die Pulsfrequenz. Der periphere Widerstand steigt erheblich an. Eine länger dauernde O_2 -Mangelatmung ergibt nach Versuchen in großen Höhen, die von HERBST und MANIGOLD (11) und O.F. RANKE (22) durchgeführt wurden, stets eine Vergrößerung des Schlag- und Minutenvolumens. Diese Untersuchungen wurden von HERBST (12) und SCHÖNERSTEDT (13) unter Berücksichtigung des Zeitfaktors wiederholt, dabei ergaben sich unter bestimmter Belastung als drohende Zeichen des Kollaps ein Rückgang des Schlag- und Minutenvolumens, als auch ein Blutdruckfall. Außerdem beschreibt WEZLER (36) sehr eindrucksvolle Kreislaufänderungen bei einer länger dauernden tieferen Narkose. Das Minutenvolumen wird um 50 % und teilweise

um 70 % des Ausgangswertes gesenkt. Es kommt zur Steigerung des peripheren Gesamtströmungswiderstandes bis zu 340 %, außerdem wurde eine enorme Steigerung des diastolischen Druckes und eine Verkleinerung der Blutdruckamplitude sowie des Schlagvolumens festgestellt, die Herzfrequenz war meist stark gesteigert.

HOPPE (15) beschreibt, daß bei Eingriffen am Thorax bei potenziierter Narkose mit Megaphen der Sauerstoffmangel durch Konstriktion der Lungengefäße und mechanische Einengung der Lungenstrombahn durch Steigerung des Herzzeitvolumens zu einer Belastung des rechten Herzen führen kann.

Von HOPPE (16) wurden außerdem EKG-Untersuchungen bei nicht potenziierter Narkose mit Megaphen bei thoraxchirurgischen Eingriffen durchgeführt. Er stellte passagere Veränderungen der ST-Strecke und T-Zacke als Ausdruck einer reversiblen Stoffwechselstörung der Herzmuskelzelle, länger anhaltende Reizleitungsstörungen und sehr selten auch Reizbildungsstörungen fest. In einer anderen Untersuchungsreihe stellt HOPPE (17) fest, daß die EKG-Veränderungen mit einem postoperativen Blutdruckabfall und mit erhöhter Pulsfrequenz einhergehen. Bei Resektionen von Lungengewebe beobachtete HOPPE am 2. bis 3. postoperativen Tage Überhöhungen der P-Zacke, die er als Zeichen von Überlastung im kleinen Kreislauf deutet.

KILLING und BECKER (19) führten diese Untersuchungen bei

Pneumonektomierten durch, sie stellten fest, daß es nach Pneumonektomien oft zu jahrelang anhaltenden Änderungen des Erregungsablaufs kommt, die meist funktionell bedingt sind. Sie geben als wahrscheinliche Ursache hierfür eine Umstellungsreaktion seitens des ganzen cardiovascularen Systems auf die Resektion eines Lungenabschnitts an. Die Autoren fanden nach linksseitigen Pneumonektomien die funktionellen und krankhaften EKG-Abweichungen von der Norm günstiger als nach Resektion der rechten Seite.

Eine Änderung des EKG-Verlaufs bei fast 50 % der Patienten, die wegen einer Lungen-Tbc operiert worden waren, beschreiben HARDEN, KELLER, ELLISON und KARR (10). Sie erwähnen einen Fall von Perikarditis nach einer Lungenoperation, hier zeigten sich Veränderungen im Sinne einer myokardialen Schädigung. Die Unterschiede bei den anderen Patienten im prae- und postoperativen EKG erklären sich die Verfasser durch die Lageveränderung des Herzen und des Mediastinums.

Bei ungestörtem postoperativen Verlauf sind die Regulationen des Herzen und des Kreislaufs früher wieder normalisiert als die Atmung (GUFFANTI und NOLI 9). Die Verfasser geben außerdem an, daß sie bei 25 % der Kranken, die praeoperativ herzgesund schienen, vorübergehend erhebliche pathologische Veränderungen im EKG feststellten. Ist praeoperativ schon eine Herzschädigung zu erkennen, kommt es häufiger zu Störungen der Reizbildung und Reiz-

ausbreitung im Herzmuskel (bis zu 50 % geben die Verfasser an). Von BIOCCA, PROVENCALE und PASANISI (1) wurden einige Todesfälle nach Pneumonektomie untersucht und öfter ein Lungenödem gefunden. Es bestand außerdem eine Dilatation der rechten Herzhöhlen, das Ödem wurde einer Überlastung des kleinen Kreislaufs zugeschrieben, es ruft eine ventrikuläre Überanstrengung hervor, zu der noch Anoxie und Herzmuskelschaden kommen, die zur Herzinsuffizienz führen. In einer anderen Untersuchungsreihe beschreiben die Verfasser (2) die Veränderungen der Druckwerte in der A. pulmonalis durch Lungenresektionen. Patienten, die vor dem Eingriff normale Druckwerte hatten, zeigten nur geringfügige Veränderungen, die nach ungefähr drei Wochen wieder zum Ausgangswert zurückgekehrt waren, während bei Fällen, die Zeichen von kardiorespiratorischer Insuffizienz aufwiesen, der arterielle Lungenblutdruck zugenommen hatte. Die Verfasser führen die Entstehung der pulmonalen Hypertonie auf eine Verminderung des Strombettes, Veränderungen der zirkulierenden Blutmenge und eine Hypoxaemie zurück. SEMISCH (27) untersuchte Patienten, bei denen fünf Jahre vorher eine Lungenresektion durchgeführt worden war. Bei allen Nachuntersuchungen wurde ein manifestes Corpulmonale festgestellt. Bei den Patienten mit dem funktionell schlechtesten Zustand wurden die höchsten Herzminutenvolumina gefunden.

Von Wichtigkeit sind in diesem Rahmen auch die Untersuchungen der verschiedenen Atemgrößen und deren Veränderungen durch eine Lungenerkrankung.

MAURATH und UHLBACH (21) stellten bei ihren Untersuchungen der Lungenfunktion fest, daß der Atemgrenzwert durch krankhafte Lungenveränderungen stärker betroffen wird als die Vitalkapazität. Sie erhielten bei der Vitalkapazität durchschnittlich 80 % des Sollwertes, während der Atemgrenzwert bei 55 % des Sollwertes lag. Einen Atemgrenzwert unter 25 % des Sollwertes bezeichnen sie als "absolut ungenügend" für eine Pneumonektomie.

SCHERER und SCHMIDT (26) legten dagegen die kritischen Grenzwerte für lungenchirurgische Eingriffe höher fest. Für die Vitalkapazität und den indirekten Atemgrenzwert geben sie 45 % des theoretischen Sollwertes an.

Wie MARTIN, BENAD und GASPERS (20) feststellen, kommt es zu einer geringeren Senkung der Vitalkapazität bei präoperativ erniedrigten Werten als bei präoperativ hohen Werten. In einer Arbeit von STRUCKOV und SKRIPNICENKO (31) wird festgestellt, daß die Kompensationsstörungen im postoperativen Verlauf nach Pneumonektomie bedeutend stärker sind als nach der Lobektomie. Bei der Pneumonektomie bleibt die Atmung längere Zeit beschleunigt, der venöse Druck ist erhöht. Sie führten postoperative Nachuntersuchungen nach 4 - 6 Monaten durch und stellten bei Pneumonektomierten eine Belastungsdyspnoe und Tachykardie fest, während die

lobektomierten Patienten nach 5 - 6 Monaten arbeitsfähig wurden.

WASSNER (34) untersuchte die funktionellen Spätfolgen nach Lungenresektionen. Nach seinen Ergebnissen erholen sich im Laufe der ersten Jahre die Beträge der Vitalkapazität und des Atemgrenzwertes. Die Sauerstoffaufnahme wurde ebenfalls bestimmt, sie zeigt eine stärkere Minderung, als durch den Parenchymverlust erklärbar ist, daraus kann geschlossen werden, daß der verbliebene Lungenlappen nach Lobektomie durch die Überdehnung emphysematös wird. Bei Pneumonektomie ist dies noch auffälliger. WASSNER beobachtete die Ausbildung eines einseitigen Fibrothorax, der die Atmung der anderen Seite beeinträchtigt. Auch hier kommt es zu einer Lungenüberdehnung, die durch Verziehung des Mediastinums erklärt wird.

Von VALENTIN (32) wurden die Durchschnittswerte der maximalen Sauerstoffaufnahme bestimmt, die bei normalen Versuchspersonen zwischen 20 und 40 Jahren bei Werten um 3 000 ccm liegen und mit zunehmendem Alter abnehmen. Er untersuchte außerdem Patienten, bei denen Krankheiten vorlagen, welche an einer Stelle im Kreislauf zu einer Einengung des Strombettes führten, wie z. B. auch Lungenerkrankungen, die später zu einem Cor pulmonale führen. Größere Resektionen von Lungengewebe scheinen sich nach diesen Untersuchungen im Einzelfall im Sinne einer Stenose des Lungenstrombettes auswirken zu können.

Hier liegt nach den Berechnungen von VALENTIN der Mittelwert der maximalen Sauerstoffaufnahme um 1 350 ccm. Er fand neben einem spiographischen Sauerstoffdefizit eine arterielle O_2 -Aufsättigung, d. h. daß eine O_2 -Mehraufnahme nach dem Übergang von Luft- auf Sauerstoffatmung stattfand. Das spiographische Sauerstoffdefizit gibt also quantitativ über den Sauerstoffmangel des Organismus und qualitativ über eine größere O_2 -Untersättigung des arteriellen Blutes Auskunft.

Wir untersuchten im Verlaufe eines Jahres die Patienten, die wegen eines Lungenbefundes zur Aufnahme kamen und fertigten mit einem Siemens-Cardirex-EKG-Gerät die Spezialableitungen an, aus denen sich die physikalischen Kreislaufwerte nach BROEMSER und RANKE (5) berechnen lassen. Hierzu ist die Schreibung der Carotis- und Femoralispulskurve, des Phonokardiogramms und einer EKG-Ableitung erforderlich. Es wurden der systolische und diastolische Blutdruck gemessen, aus einer Tabelle von SUTER (32) wurde der Aortenquerschnitt bestimmt. Es ergeben sich folgende Werte, aus denen sich die Kreislaufgrößen berechnen lassen:

Systolischer Druck	= P_s mmHg
Diastolischer Druck	= P_d mmHg
Druck-Amplitude	= $\Delta p = P_s - P_d$ mmHg

$$\text{Mittlerer Druck} = P_m = P_d + 0,43 \cdot \Delta p \text{ mmHg}$$

$$\begin{aligned} \text{Länge des ausgewer-} \\ \text{teten Windkessels} &= \Delta s \text{ (Incisura jugul. - Carotis} \\ &\quad \text{" " " " - Femoralis)} \end{aligned}$$

$$\text{Aortenquerschnitt} = Q \text{ cm}^2 \text{ (aus Tabelle von SUTER} \\ \text{ersichtlich)}$$

$$\text{Blutviskositätskon-} \\ \text{stante} = 1,06 \text{ g} \cdot \text{cm}^{-3}$$

$$\text{Systolendauer} = S$$

$$\text{Pulsperiodendauer} = T$$

$$\text{Diastolendauer} = D \text{ (T - S)}$$

$$\text{Herzfrequenz} = Fr = \frac{60}{T}$$

$$\text{Pulszeitverspätung} = \Delta t$$

$$\text{Zentrale Pulszeit-} \\ \text{verspätung} = ze \cdot \Delta t$$

$$\text{Umformungszeit} = UZ$$

$$\text{Gesamtsystole} = \text{Ges. S} (= A + S)$$

$$\text{Anspannungszeit} = A \quad (= \text{Ges. S} - S)$$

$$\text{Druckanstiegszeit} = DAZ \quad (= A - UZ)$$

Quotient

$$\frac{\text{Austreibungs-} \\ \text{Anspannungs-}}{z.} = \frac{S}{A}$$

Daraus lassen sich errechnen:

$$\text{Pulswellengeschw.} = c = \frac{\Delta s}{\Delta t} \text{ cm/sec.}$$

$$\text{Schlagvolumen} = V_s = \frac{Q \cdot \Delta p \cdot S \cdot T}{2 \cdot c \cdot D} \text{ cm}^3$$

$$\text{Minutenvolumen} = V_m = V_s \cdot Fr \text{ L/min.}$$

$$\text{Elastischer} \\ \text{Widerstand} = E' = \frac{2 \cdot p \cdot c}{Q \cdot S} \frac{\text{Dyn}}{\text{cm}^2}$$

$$\text{Peripherer} \\ \text{Widerstand} = W = \frac{1,33 \cdot p_m \cdot T}{V_s} \frac{\text{Dyn} \cdot \text{sec.}}{\text{cm}^2}$$

Dämpfungsfaktor	= $\frac{E'}{W} = 1$
Herzarbeit	= $H_A = 1,33 \cdot V_s \cdot P_m \quad \text{cm} \cdot \text{g}$
Herzleistung	= $H_L = \frac{1,33 \cdot V_s \cdot P_m}{T} \quad \frac{\text{cm} \cdot \text{g}}{\text{sec.}}$
Herzindex	= $H_i = \frac{V_m}{\text{Körperoberfl.}} \quad \frac{\text{in L}}{\text{in cm}^2}$
Körperoberfläche	= aus einem Normogramm bestimmt, aus dem Gewicht in kg und der Größe in cm.

Mit diesen Berechnungen ist es möglich, das gesamte physikalische Kreislaufgeschehen im großen Kreislauf zu erfassen.

Bei allen Patienten wurden außerdem Lungenfunktionsprüfungen mit einem Pulmotest-Godart-Spirometer durchgeführt. Es wurden Vitalkapazität, Atemgrenzwert, ReserVELuft, inspiratorischer und expiratorischer Tiffeneau-Wert und der 1 Sekunde-Wert bestimmt.

Die Untersuchungen wurden bei 130 Männern und 14 Frauen durchgeführt. Wir unterteilten die Patienten in Altersgruppen von 20 - 49 Jahren und vom 50. Lebensjahr aufwärts. Zur Sicherung der Diagnose wurde bei allen Patienten bronchoskopiert. Es ergibt sich folgende Einteilung:

I) <u>Bronchoskopie</u>	59 Patienten
a) Ohne Befund	24 "
b) Inoperabel, durch Kreislauf- oder Herzmuskelschaden	9 "
c) Inoperabel, durch Lungenfunktionsveränderungen	19 "

d) Inoperabel, da teilweise Verwachsungen oder Metastasen neben Lungenfunktions- oder Kreislaufstörungen auf- traten	16 Patienten
--	--------------

II) <u>Pneumonektomie</u>	28 "
---------------------------	------

a) ab 50 Jahre	20 "
----------------	------

b) 20 - 49 Jahre	5 "
------------------	-----

Die Untersuchung wurde praeoperativ und 3 - 4
Wochen postoperativ durchgeführt.

c) ab 50 Jahre	13 Patienten (7-12 Tage post Op.)
----------------	--------------------------------------

d) ab 50 Jahre	5 Patienten (6-9 Wochen post Op.)
----------------	--------------------------------------

e) ab 50 Jahre	5 Patienten (6-8 Monate post Op.)
----------------	--------------------------------------

f) Gegenüberstellung

Pneumonektomie re. Lunge	10 Patienten
" li. "	10 "

III) <u>Lobektomie</u>	24 "
------------------------	------

a) ab 50 Jahre	10 "
----------------	------

b) 20 - 49 Jahre	7 "
------------------	-----

IV) <u>Probethorakotomie</u>	24 "
------------------------------	------

a) ab 50 Jahre	8 "
----------------	-----

b) 20 - 49 Jahre	5 "
------------------	-----

V) <u>Todesfälle</u>	32 Patienten
a) Nach Pneumonektomie	13 "
b) Nach Lobektomie	7 "
c) Nach Probethorakotomie	4 "
d) Konservative Behandlung	8 "
Tod während des Krankenhaus- aufenthaltes	9 "
Nach zwei Monaten	9 "
Nach sechs Monaten	10 "
Nach einem Jahr	4 "
e) Kreislaufversagen bzw. Herzschaden	9 "
(Hier sind keine genauen Ergeb- nisse vorhanden, da die meisten Patienten zu Hause verstarben).	
VI) <u>Nachuntersuchungen</u>	9 "
1961 operiert	5 "
1959 "	2 "
1957 "	2 "

ER G E B N I S S E

Aus der Gruppe I a zu b wurden jeweils neun Patienten gegenübergestellt. Bei den Patienten mit Kreislaufschaden wurde eine Tachycardie festgestellt, die sowohl eine starke Verkürzung der Systole, besonders aber der Diastole gegenüber den gesunden Patienten zeigt, die Gesamtsystole ist nicht so stark betroffen. Die Anspannungszeit ist deutlich länger, die gesamte Verlängerung kommt durch eine längere Druckanstiegszeit zustande. Der Quotient

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

liegt bei 2,55; nur bei drei der Patienten war der Wert noch nicht unter den kritischen Wert von 2,5 gesunken. Das Schlagvolumen ist bei den Patienten mit Kreislauf- bzw. Herzschaden 16 rel. % niedriger, während durch die Tachycardie ein höheres Minutenvolumen vorliegt. Der Elastische Widerstand liegt bei Gruppe I b um 55 rel. % höher, während der Periphere Widerstand - 19 rel. % beträgt. Der Dämpfungsfaktor E'/W liegt bei 1,009 (Normalwert ~ 1), Gruppe a gegenüber liegt er um + 91 rel. % höher. Die Herzarbeit bei den Patienten ohne Befund liegt deutlich höher, während die Herzleistung geringer ist gegenüber den Normalwerten.

	Bronchos- kop. 9	9 Kreisl. + Herz	relat. %	
	gesund			
Alter	56	58	+	4 %
ps	136	141	+	4 %
pd	88	89	+	1 %
Δp	48	52	+	8 %
pm	108,56	111,4	+	3 %
Δs	43	46,4	+	8 %
Q	5,6	5,8	+	3 %
S	0,29	0,23	-	21 %
T	0,90	0,62	-	31 %
D	0,61	0,39	-	36 %
Fr	67,3	99	+	47 %
Δt	0,051	0,046	-	10 %
ze. Δt	0,023	0,022	-	4 %
Gzt.	0,17	0,13	-	23,5 %
UZ	0,051	0,053	+	4 %
Ges. S	0,364	0,32	-	12 %
A	0,074	0,09	+	21,5 %
DAZ	0,023	0,037	+	61 %
S/A	3,92	2,557	-	34,8 %
c	859	1022	+	19 %
vs	68,68	55,75	-	16 %
vm	4,69	5,40	+	15 %
E'	1134	1755	+	55 %
W	2148	1737	-	19 %
E'/W	0,528	1,009	+	91 %
HA	10078	8648	-	14 %
HL	11443	13868	+	21 %
HJ	2,638	3,079	+	16,9 %

In Gruppe II a ergeben sich verhältnismäßig starke Schwankungen. Die Patienten wurden vor der Operation und 3 - 4 Wochen nach der Operation untersucht. Die Systole ist hier stärker verkürzt als die Diastole, auch die Gesamtsystole ist im gleichen Maße verkürzt. Die Frequenz ist nach der Operation um + 15,4 rel. % gestiegen. Als deutlichste Blutdruckveränderung tritt eine Verringerung der Amplitude auf. Während die Umformungszeit um 14,1 rel. % verlängert ist, hat die Anspannungszeit leicht abgenommen, die Druckanstiegszeit jedoch zeigt mit - 22,5 rel. % eine starke Verkürzung. Der Quotient S/A liegt mit 2,458 nach der Operation knapp unterhalb der als kritisch angegebenen Grenze und hat gegenüber dem praeoperativen Wert um 15,0 rel. % abgenommen. Das Schlagvolumen hat sich erheblich gesenkt, während eine Veränderung des Minutenvolumens durch die Erhöhung der Pulsfrequenz fast völlig ausgeglichen wurde. Die Kreislaufwiderstände erhöhten sich, der Elastische Widerstand wurde jedoch bedeutend mehr gesteigert als der Periphere Widerstand. Sowohl bei der Herzarbeit, als auch bei der Herzleistung ist eine deutliche Senkung zu verzeichnen. Die Herzarbeit senkte sich um 19,2 rel. %, die Herzleistung um 9,1 rel. %. Für diese Werte wurde außerdem σ bestimmt, um die Breite der mittleren Streuung zu untersuchen.

	Pneumo- nek. 20		(3-4 Wo- chen)		rel. %	6	
	<u>prae</u>	<u>post</u>				<u>prae</u>	<u>post</u>
Alter	59					1,1	
ps	133	127,8	- 4 %			3,1	3,08
pd	82,5	81,7	- 0,9 %			2,43	2,1
Δ p	50,5	46,1	- 8,7 %			2,87	2,7
pm	103,64	101,48	- 2,1 %			2,33	2,25
Δ s	44,4	43,1	- 2,9 %			0,95	1,03
Q	5,9					0,07	0,07
S	0,26	0,216	-16,9 %			0,006	0,007
T	0,80	0,695	-13,1 %			0,031	0,029
D	0,54	0,479	-11,3 %			0,028	0,026
Fr.	76,7	88,5	+15,4 %			3,42	3,04
Δ t	0,048	0,05	+ 4,2 %			0,0018	0,0023
ze.Δt	0,024	0,023	- 4,2 %			0,0021	0,0017
UZ	0,05	0,057	+14,1 %			0,004	0,0021
Ges. S	0,35	0,304	-13,2 %			0,008	0,0098
A	0,09	0,088	- 2,2 %			0,0043	0,0046
DAZ	0,04	0,031	-22,5%			0,0044	0,0035
S/A	2,886	2,458	-15 %			0,14	0,19
c	942	899	- 4,6 %			39,7	38
vs	60,64	50,44	-16,8 %			4,1	4,9
vm	4,63	4,40	- 5 %			0,41	0,43
E'	1323	1538	+16,2 %			67,5	80,7
W	2024	2167	+ 7,1 %			188	182
E'/W	0,66	0,709	+ 6,8 %			0,073	0,060
HA	8386	6779	-19,2 %			620	625
HL	10858	9895	- 9,1 %			1058	922
HJ	2,802	2,539	- 9,4 %			0,252	0,252

Die Untersuchung von fünf Patienten in Gruppe II b ergab ebenfalls eine deutliche Abnahme der Blutdruckamplitude. Systole und Diastole verkürzten sich im gleichen Maße, um rund 10 rel. %, während die Gesamtsystole eine geringere Abnahme zeigt. Die Frequenzsteigerung ist hier nicht so augenscheinlich. In der Umformungszeit wird eine Steigerung um + 12 rel. % deutlich. Trotz der Verkürzung der Pulszeitdauer ist auch eine Zunahme der Anspannungszeit zu verzeichnen. Die Druckanstiegszeit weist keine Veränderung gegenüber dem praeoperativen Wert auf.

Der Quotient S/A zeigt eine starke Abnahme mit - 17,5 rel. %, liegt aber noch 3,122. Es ist auch eine starke Abnahme der Pulswellengeschwindigkeit zu verzeichnen. Schlagvolumen und Minutenvolumen zeigen eine deutliche Abnahme, das Minutenvolumen ist hier nicht durch die Pulsfrequenzsteigerung ausgeglichen und liegt niedriger als der praeoperative Wert. Die Untersuchung ergibt hier eine stärkere Steigerung des Peripheren Widerstandes, während der Elastische Widerstand fast keine Veränderung aufweist. Die Abnahme der Herzarbeit im Vergleich zur Herzleistung ist bedeutend stärker.

	Pneumon. (3 - 4 Wo.)		5 Pat. rel. %
	<u>prae</u>	<u>post</u>	
Alter	40		
ps	128	127	- 0,8 %
pd	78	82	+ 5,1 %
Δp	50	45	- 10 %
pm	99,5	101,35	+ 1,9 %
Δs	41,9	42,5	+ 1,4 %
Q	4,4		
S	0,28	0,25	- 10,6 %
T	0,78	0,70	- 10,3 %
D	0,50	0,45	- 10,0 %
Fr.	80,1	86,5	+ 7,8 %
Δt	0,05	0,06	+ 20 %
ze. Δt	0,028	0,024	- 14,2 %
UZ	0,05	0,056	+ 12 %
Ges. S	0,354	0,33	- 6,7 %
A	0,074	0,08	+ 8 %
DAZ	0,024	0,024	0
S/A	3,79	3,122	- 17,5 %
c	864	699	- 19,1 %
vs	57,77	49,25	- 14,7 %
vm	4,74	4,33	- 8,6 %
E'	1479	1525	+ 3,1 %
W	1955	2209	+ 12,9 %
E'/W	0,757	0,692	- 8,5 %
H _A	7615	6672	- 12,4 %
H _L	10322	9824	- 4,9 %
H _J	2,858	2,780	- 2,6 %

Die Patienten der Gruppe II c wurden 7 - 12 Tage nach der Operation erneut untersucht, hier treten teilweise völlig andere Kreislaufveränderungen auf, doch auch hier ist der Blutdruck gegenüber den praeoperativen Werten kaum verändert.

Systole und Diastole verkürzen sich fast im gleichen Maße, ebenfalls die Gesamtsystole, die Frequenz ist deutlich angestiegen. Während die Umformungszeit kaum von der Verkürzung betroffen ist, zeigt die Druckanstiegszeit eine erhebliche Abnahme, es ist auch eine deutliche Verringerung der Anspannungszeit zu verzeichnen. Auch hier ist der Quotient S/A deutlich kleiner geworden, mit 2,72 kommt der Wert nahe an die angegebene kritische Grenze. Eine Verlangsamung der Pulswellengeschwindigkeit liegt ebenfalls vor. Im Gegensatz zu den Untersuchungen, die längere Zeit nach der Operation erfolgten, ist hier eine leichte Steigerung des Schlagvolumens zu verzeichnen, die beim Wert des Minutenvolumens durch die Pulsfrequenzsteigerung sehr deutlich wird. Der Elastische Widerstand zeigt eine Erhöhung von + 5,1 rel. %, während der Periphere Widerstand um - 16,5 rel. % gesenkt ist. Die Herzarbeit weist eine leichte Zunahme auf, während die Herzleistung deutlich angestiegen ist.

	Pneumo- nekt.	7 - 12 Tag	
	13		
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>
Alter	57,7		
ps	132	133,5	- 1,1 %
pd	84	82,3	- 2,0 %
Δp	48	51,2	+ 6,7 %
pm	104,52	104,3	- 0,2 %
Δs	45,4	44,6	- 1,6 %
Q	5,78		
S	0,26	0,22	- 15,3 %
T	0,795	0,675	- 15,1 %
D	0,535	0,455	- 14,9 %
Fr.	78,4	90,8	+ 15,8 %
Δt	0,0485	0,056	+ 15,4 %
ze. Δt	0,0254	0,0277	+ 9,1 %
UZ	0,058	0,057	- 1,7 %
Ges. S	0,35	0,301	- 13,9 %
A	0,09	0,081	- 10 %
DAZ	0,032	0,024	- 25 %
S/A	2,89	2,719	- 6,1 %
c	956,5	840	- 12,1 %
vs	57,40	59,14	+ 3,1 %
vm	4,51	5,35	+ 18,7 %
E'	1351	1421	+ 5,1 %
W	2086	1742	- 16,5 %
E'/W	0,648	0,815	+ 25,7 %
H _A	8019	8214	+ 2,3 %
H _L	10646	12361	+ 16,1 %
H _J	2,803	3,039	+ 8,1 %

Die Untersuchung von fünf Patienten 6 - 9 Wochen nach der Operation (Gruppe II d) ergibt eine deutliche Verringerung der Blutdruckamplitude. Der systolische Wert ist dabei etwas abgesunken, während der diastolische Wert eine Zunahme zeigt.

Es ist noch eine starke Verkürzung der Pulsperiodendauer zu verzeichnen, die durch eine deutliche Abnahme der Systolendauer (- 10,8 rel. %) und eine noch stärkere Abnahme der Diastolendauer (- 22,1 rel. %) hervorgerufen wird. Die Pulsfrequenz ist mit + 20,2 rel. % weiterhin stark erhöht, die Gesamtsystole zeigt nur eine leichtere Verkürzung. Dagegen ist die Dauer der Anspannungs- und der Umformungszeit gegenüber den praeoperativen Werten deutlich länger geworden, während sich dies bei der Druckanstiegszeit nur mit einer geringen Zunahme bemerkbar macht. Der Quotient S/A hat den kritischen Wert mit 2,09 deutlich unterschritten.

Das Schlagvolumen ist mit - 16,7 rel. % deutlich geringer geworden, beim Minutenvolumen dagegen wird der Verlust durch die Pulsfrequenzzunahme völlig ausgeglichen. Bei dem Elastischen und Peripheren Widerstand ist nur eine geringe Steigerung zu vermerken. Dagegen liegt eine deutliche Abnahme der Herzarbeit vor, während die Herzleistung fast gleich geblieben ist.

	Pneumo- nekt.	5 Pat. (6 - 9 Wochen)	
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>
Alter	56		
ps	134	129	- 3,7 %
pd	81	85	+ 4,9 %
Δ p	53	44	- 16,9 %
pm	103,79	104,1	+ 0,3 %
Δ s	46,6	44,5	- 4,4 %
Q	5,82		
S	0,24	0,214	- 10,8 %
T	0,82	0,666	- 18,7 %
D	0,58	0,452	- 22,1 %
Fr.	76,46	91,9	+ 20,2 %
Δ t	0,052	0,054	+ 3,8 %
ze. Δ t	0,027	0,022	- 18,5 %
UZ	0,054	0,062	+ 14,9 %
Ges. S	0,332	0,316	- 4,7 %
A	0,092	0,102	+ 10,8 %
DAZ	0,038	0,04	+ 5,2 %
S/A	2,61	2,09	- 19,6 %
c	920	841	- 8,5 %
vs	61,37	51,07	- 16,7 %
vm	4,54	4,53	- 0,3 %
E'	1426	1481	+ 3,8 %
W	1975	2039	+ 3,1 %
E'/W	0,723	0,728	+ 0,8 %
HA	8361	7174	- 14,1 %
HL	10291	10422	+ 1,3 %
HJ	2,484	2,517	+ 1,3 %

Bei Kreislaufuntersuchungen 6 - 8 Monate nach der Operation (Gruppe II e) haben sich die Werte weiterhin deutlich verschoben. Die Blutdruckamplitude hat sich weiterhin verringert. Jetzt findet sich eine leichte Verlängerung der Pulsperiodendauer gegenüber den praeeoperativen Werten, die hauptsächlich auf eine Verlängerung der Diastole zurückgeführt werden kann, auch die Gesamtsystole ist leicht verlängert. Umformungs- und Anspannungszeit zeigen eine deutliche Verlängerung um ~ 11 rel. %, ebenso die Druckanstiegszeit. Der kritische Wert des Quotienten S/A ist jetzt wieder leicht überschritten, er zeigt aber noch immer einen Verlust gegenüber dem praeeoperativen Wert. Es ist außerdem eine deutliche Verlangsamung der Pulswellengeschwindigkeit eingetreten.

Während das Schlagvolumen nur eine geringe Verminderung aufweist, ist das Minutenvolumen deutlich niedriger. Die Widerstände verhalten sich jetzt anders als bei den Untersuchungen kurz nach der Operation. Der Elastische Widerstand ist bedeutend verringert, während jetzt der Periphere Widerstand eine deutliche Zunahme zeigt. Die Herzarbeit hat sich kaum verringert, die Herzleistung ist dagegen deutlich abgesunken.

	Pneumo- nekt	5 Pat. (6 - 8 Monate)	
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>
Alter	61,4		
ps	140	135	- 3,6 %
pd	82	88	+ 7,2 %
Δp	58	47	- 18,9 %
pm	106,94	108,13	+ 1,1 %
Δs	46,3	41,4	- 10,7 %
Q	5,94		
S	0,26	0,27	+ 3,9 %
T	0,798	0,844	+ 5,6 %
D	0,538	0,574	+ 6,8 %
Fr.	77,96	72,5	- 6,8 %
Δt	0,048	0,05	+ 4,1 %
ze. Δt	0,023	0,024	+ 4,3 %
UZ	0,056	0,062	+ 10,8 %
Ges. S	0,35	0,37	+ 5,8 %
A	0,09	0,10	+ 11,1 %
DAZ	0,034	0,038	+ 11,8 %
S/A	2,89	2,70	- 6,2 %
c	982	842	- 14,2 %
vs	67,98	66,39	- 2,3 %
vm	5,40	4,73	- 12,4 %
E'	1356	1132	- 16,5 %
W	1696	1925	+ 13,7 %
E'/W	0,799	0,589	- 26,3 %
H _A	9714	9380	- 3,4 %
H _L	12896	11273	- 12,5 %
H _J	3,048	2,832	- 7,2 %

In Gruppe II f wird deutlich, daß die Resektion der rechten Lunge eine bedeutend stärkere Auswirkung auf das Kreislaufgeschehen hat als die Resektion der linken Lunge. Die Blutdruckveränderungen zeigen deutliche Unterschiede, bei der Pneumonektomie links nehmen sowohl systolischer als auch diastolischer Blutdruck gering ab, während die Amplitude völlig gleich bleibt, rechts ist dagegen eine deutliche Abnahme der Amplitude zu verzeichnen.

Die Zunahme der Frequenz ist ebenfalls recht stärker, hier wird die Systole stärker verkürzt als die Diastole, während links die Verkürzung beider Werte fast gleich ist, die Systole zeigt nur eine minimal stärkere Verkürzung. Links ergibt sich eine Zunahme von Umformungs- und Anspannungszeit, die in etwas stärkerem Maße auch die Druckanstiegszeit betrifft, rechts ergeben sich dagegen völlig andere Werte, die Umformungszeit zeigt mit + 13,2 rel. % eine deutliche Zunahme, während die Anspannungszeit um - 10,2 rel. % abgesunken ist. Dadurch verändert sich die Druckanstiegszeit sehr stark und zeigt einen Unterschied von - 37,8 rel. %.

Der Quotient S/A liegt bei der Resektion links noch über dem kritischen Grenzwert von 2,5, während er rechts mit einer stärkeren Senkung den Wert von 2,33 erreicht. Das Schlag- und Minutenvolumen sind links bedeutend weniger verändert, das Schlagvolumen zeigt nur eine relativ geringe Senkung, das Minutenvolumen ist sogar etwas erhöht

gegenüber dem praeoperativen Wert. Rechts ist dagegen das Schlagvolumen so stark gesenkt, daß trotz der Erhöhung der Pulsfrequenz noch eine deutliche Verminderung des Minutenvolumens zu verzeichnen ist.

Eine stärkere Änderung der Widerstände ist ebenfalls nach rechtsseitiger Resektion zu verzeichnen, hier ist eine starke Erhöhung des Elastischen Widerstandes festzustellen, aber auch der Periphere Widerstand ist deutlich erhöht, während nach Resektion links nur der Elastische Widerstand betroffen ist, und der Periphere Widerstand kaum eine Änderung zeigt. Die Herzarbeit zeigt mit - 27,9 rel. % rechts zu - 10,3 rel. % links ebenfalls einen stärkeren Einfluß der Resektion rechts auf den Kreislauf, ähnlich verhält sich die Herzleistung mit - 16,3 rel. % rechts zu + 5,9 rel. % links.

	Pneumo- nekt. li.		10 Pat. (3 - 4 Wochen)		Pneumo- nekt. re.		10 Pat. (3 - 4 Wochen)	
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>	<u>rel. %</u>	<u>post</u>	<u>prae</u>	<u>rel. %</u>	<u>rel. %</u>
Alter	58,5							
ps	130	124,5	- 4,3	- 4,2	128	133,5		
pd	85	79,5	- 6,4	+ 2,3	83	81		
Δp	45	45	0	- 14,3	45	52,5		
pm	103,85	98,82	- 4,6	- 1,2	102,36	103,58		
Δs	45	42,15	- 6,4	+ 0,9	43,65	43,3		
Q	5,75					5,9		
S	0,264	0,225	- 14,7	- 20,8	0,205	0,259		
T	0,785	0,689	- 12,2	- 16,8	0,684	0,822		
D	0,521	0,464	- 11,0	- 14,8	0,479	0,563		
Fr.	79,4	90,6	+ 14,2	+ 19,3	88,52	74,23		
Δt	0,05	0,05	0	+ 10,6	0,052	0,047		
ze. Δt	0,027	0,024	- 11,2	+ 21	0,023	0,019		
Gzt.	0,15	0,126	- 16,0	- 49,4	0,093	0,184		
UZ	0,054	0,057	+ 5,4	+ 13,2	0,06	0,053		
Ges. S	0,347	0,313	- 9,8	- 17,9	0,293	0,357		
A	0,083	0,088	+ 5,9	- 10,2	0,088	0,098		
DAZ	0,029	0,031	+ 6,8	- 37,8	0,028	0,045		
S/A	3,180	2,56	- 19,4	- 11,8	2,33	2,642		
c	913	847	- 7,1	- 4,9	901	949		
vs	56,36	52,91	- 6,0	- 25,9	47,53	64,21		
vm	4,52	4,70	+ 4	- 11,7	4,15	4,70		
E'	1308	1440	+ 10,1	+ 20,8	1599	1323		
W	1999	1972	- 1,3	+ 13,9	2265	1990		
E'/W	0,654	0,734	+ 12,2	+ 6,1	0,706	0,665		
HA	7778	6966	- 10,3	- 27,9	6399	8882		
HL	10316	10956	+ 5,9	- 16,3	9330	11241		
HJ	2,557	2,723	+ 6,7	- 18,8	2,439	3,004		

In Gruppe III a der Untersuchungen werden die Kreislaufveränderungen nach Lobektomie dargestellt. Hier tritt eine stärkere Blutdruckschwankung auf, der systolische Druck hat sich merklich verringert, während sich der diastolische Druck kaum verändert hat, daraus ergibt sich eine deutliche Verringerung der Blutdruckamplitude. Es ist auch eine starke Frequenzzunahme zu verzeichnen, sowohl Systole als auch Diastole sind von einer Verkürzung betroffen, die aber die Diastole stärker betrifft. Gesamtsystole und Systole sind im gleichen Maße verkürzt; die Verkürzung der Umformungszeit ist nicht so deutlich, während die Druckanstiegszeit mit - 29,9 rel. % eine erhebliche Abnahme aufweist, auch der Zeitverlust der Anspannungszeit ist mit - 16 rel. % sehr stark. Der Quotient S/A zeigt nur eine geringe Abnahme und liegt mit 2,79 noch über dem kritischen Wert. Eine Veränderung der Pulswellengeschwindigkeit ist nicht zu verzeichnen. Die Abnahme des Schlagvolumen ist mit - 29,4 rel. % sehr stark, auch das Minutenvolumen ist trotz der Zunahme der Pulsfrequenz noch sehr viel niedriger. Die Widerstände weisen beide eine Zunahme auf, der Elastische Widerstand ist jedoch stärker betroffen. Herzarbeit und Herzleistung sinken sehr deutlich ab, mit dem Verlust von 33,1 rel. % bei der Herzarbeit wird hier die stärkste Veränderung ermittelt.

Lobektomie 10 Pat. (3 - 4 Wochen)				♂	
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>	<u>prae</u>	<u>post</u>
Alter	59			1,7	
ps	140	129	- 7,9 %	5,7	3,23
pd	86	84	- 2,3 %	3,04	2,33
Δ p	54	45	- 16,6 %	4,18	4,0
pm	109,43	103,35	- 5,5 %	3,8	1,9
Δ s	43,8	44,1	+ 0,7 %	0,99	1,27
Q	5,8			0,09	
S	0,27	0,235	- 13 %	0,014	0,01
T	0,84	0,694	- 17,5 %	0,042	0,032
D	0,57	0,459	- 19,5 %	0,0307	0,026
Fr.	73,2	88,2	+ 20,4 %	3,86	4,22
Δ t	0,057	0,056	- 1,7 %	0,0054	0,0026
ze. Δ t	0,029	0,025	- 13,8 %	0,0031	0,0027
UZ	0,06	0,056	- 6,7 %	0,0033	0,0026
Ges. S	0,37	0,319	- 13,8 %	0,0109	0,0096
A	0,10	0,084	- 16 %	0,0092	0,0045
DAZ	0,04	0,028	- 29,9 %	0,0066	0,0046
S/A	2,7	2,79	+ 3,3 %	0,3	0,23
c	813	804	- 1,2 %	57	43,8
vs	82,56	58,37	- 29,4 %	3,14	5,1
vm	5,87	5,05	- 14 %	0,57	0,39
E'	1112	1260	+ 13,2 %	82,4	73,4
W	1607	1714	+ 6,8 %	134,6	122,3
E'/W	0,695	0,735	+ 5,6 %	0,0575	0,064
H _A	12362	8267	- 33,1 %	1887	788
H _L	14353	11894	- 17,2 %	1809	973
H _J	3,370	2,976	- 11,7 %	0,290	0,250

Die Untersuchung von sieben Patienten der Gruppe III b zeigt keine Blutdruckänderung. Hier ist mit einer Frequenzsteigerung von 22 Schlägen eine starke Verkürzung der Pulszeitdauer eingetreten, die hauptsächlich durch eine Abnahme der Diastole hervorgerufen wird, sie ist doppelt so groß wie die Verkürzung der Systole. Die Gesamtsystole ist bedeutend weniger verkürzt. Es ist sogar eine recht erhebliche Verlängerung von Anspannungs- und Umformungszeit eingetreten, die Druckanstiegszeit ist mit + 30,4 rel. % noch deutlicher verändert.

Der Quotient S/A ist mit - 26,3 rel. % stark abgesunken, liegt aber mit 2,78 noch oberhalb der kritischen Grenze. Das Schlagvolumen hat sich vermindert, während nach der Operation pro Minute ein größeres Volumen gefördert wird. Mit + 27,2 rel. % hat sich allerdings der Elastische Widerstand erheblich vermehrt, während der Periphere Widerstand geringer geworden ist. Es resultiert zwar eine Verringerung der Herzarbeit, aber eine deutliche Steigerung der Herzleistung.

Lobektomie		7 Pat.	
20 - 49 J.		(3 - 4	
		Wochen)	
	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>
Alter	29		
ps	132	132	-
pd	86	86	-
Δp	46	46	-
pm	106,1	106,1	-
Δs	42,6	41	- 3,7 %
Q	3,8		
S	0,29	0,25	- 13,8 %
T	0,874	0,67	- 23,3 %
D	0,584	0,42	- 27,9 %
Fr.	70,5	92,5	+ 31,1 %
Δt	0,067	0,06	- 10,4 %
ze. Δt	0,033	0,038	+ 15,1 %
UZ	0,054	0,06	+ 11,1 %
Ges. S	0,367	0,34	- 7,3 %
A	0,077	0,09	+ 16,9 %
DAZ	0,023	0,03	+ 30,4 %
S/A	3,764	2,779	- 26,3 %
c	646	682	+ 5,5 %
vs	58,67	53,32	- 9,2 %
vm	4,13	4,77	+ 15,3 %
E'	1281	1630	+ 27,2 %
W	2363	1956	- 17,1 %
E'/w	0,542	0,834	+ 54,0 %
H _n	8193	7418	- 9,4 %
H _L	9694	11168	+ 15,2 %
H _J	2,373	2,806	+ 18,3 %

Die Untersuchung der Patienten, bei denen eine Probethorakotomie durchgeführt wurde (Gruppe IV a) ergibt nur geringe Veränderungen. Der Blutdruck zeigt kaum eine Änderung, die Abnahme ist sehr gering. Es tritt auch nur eine geringe Frequenzzunahme auf, die Diastole ist etwas stärker verkürzt als die Systole. Die Veränderungen sind auch bei Umformungs-, Anspannungs- und Druckanstiegszeit geringgradig.

Der Quotient S/A zeigt auch eine Abnahme, die jedoch ebenfalls nicht sehr augenfällig ist. Schlag- und Minutenvolumen nehmen ebenfalls nur wenig ab. Der Elastische Widerstand weist mit + 6,8 rel. % eine geringe Zunahme auf, während der Periphere Widerstand etwas kleiner geworden ist. Eine Verringerung der Herzleistung hat dagegen nur um - 5,3 rel. % abgenommen. Für diese Werte wurde noch die mittlere Streuung bestimmt.

Probethorak. 8 Pat.

(3 - 4
Wochen)

6

	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>	<u>prae</u>	<u>post</u>
Alter	52			1,1	
ps	130	127	- 2,2 %	5,5	6,04
pd	84,7	83	- 2,0 %	4,1	3,4
Δ p	45,3	44	- 2,8 %	4,3	2,6
pm	104,18	101,94	- 2,3 %	5,1	4,6
Δ s	41,3	40,8	- 1,2 %	1,1	0,74
Q	5,3			0,09	0,09
S	0,267	0,246	- 7,7 %	0,0105	0,008
T	0,752	0,680	- 9,5 %	0,04	0,03
D	0,485	0,434	- 10,5 %	0,0369	0,044
Fr.	82,1	89,4	+ 8,8 %	5,39	4,4
Δ t	0,055	0,0575	+ 4,5 %	0,0026	0,004
ze. Δ t	0,0325	0,033	+ 1,5 %	0,0057	0,004
UZ	0,055	0,0556	+ 1,1 %	0,005	0,003
Ges. S	0,353	0,33	- 6,4 %	0,011	0,014
A	0,086	0,084	- 2,2 %	0,015	0,008
DAZ	0,031	0,0284	- 8,3 %	0,0068	0,0063
S/A	3,11	2,93	- 5,6 %	0,63	0,207
c	764	732	- 4,1 %	52,9	46,5
vs	60,65	54,75	- 9,7 %	7,9	2,8
vm	5,01	4,816	- 4,0 %	0,66	0,35
E'	1326	1414	+ 6,8 %	70,04	121
W	1932	1749	- 9,6 %	262	156
E'/W	0,686	0,811	+ 18,2 %	0,15	0,068
HA	8590	7257	- 15,5 %	12,28	418
HL	11457	10845	- 5,3 %	1477	792
HJ	2,922	2,875	- 1,7 %	0,227	0,19

Bei den jüngeren Patienten, bei denen eine Probsthorakotomie durchgeführt wurde, ergaben sich teilweise etwas stärkere Schwankungen (Gruppe IV b). Der Blutdruck hat sich ebenfalls nur gering verändert, auch die Frequenzzunahme ist minimal. Die Diastole ist von der Verkürzung etwas mehr betroffen als die Systole. Die Umformungszeit zeigt eine mäßige Zunahme, während die Anspannungszeit mit + 22 rel. % einen deutlichen Anstieg zeigt. Die Zunahme der Druckanstiegszeit ist mit + 57,7 rel. % sehr erheblich.

Der Quotient S/A weist eine Abnahme von - 22,2 rel. % auf und liegt bei 2,60. Schlag- und Minutenvolumen zeigen einen deutlichen Verlust. Die Erhöhung des Elastischen Widerstandes ist mit + 11,2 rel. % am deutlichsten, während sich die anderen Werte nur gering verändert haben. Die Herzarbeit hat mit - 8,1 rel. % ebenfalls nur verhältnismäßig wenig abgenommen.

Probethorak. 5 Pat.
3 Wo-
chen

	<u>prae</u>	<u>post</u>	<u>rel. %</u>
Alter	35,4		
ps	130	135	+ 3,8 %
pd	83,5	88	+ 5,3 %
Δp	46,5	47	+ 1,1 %
pm	103,5	108,21	+ 4,5 %
Δs	40,0	41	+ 2,5 %
Q	4,1		
S	0,274	0,26	- 5,1 %
T	0,776	0,72	- 7,2 %
D	0,502	0,46	- 8,1 %
Fr.	79,9	83,1	+ 3,9 %
Δt	0,058	0,056	- 3,4 %
ze. Δt	0,036	0,03	- 16,7 %
UZ	0,056	0,059	+ 5,3 %
Ges. S	0,356	0,36	+ 1,1 %
A	0,082	0,10	+ 22 %
DAZ	0,026	0,041	+ 57,7 %
S/A	3,34	2,60	- 22,2 %
c	701	746	+ 6,4 %
vs	58,34	52,54	- 9,7 %
vm	4,76	4,37	- 8,3 %
E'	1354	1507	+ 11,2 %
W	2098	1992	- 4,9 %
E'/W	0,647	0,755	+ 16,6 %
H _A	8223	7551	- 8,1 %
H _L	10984	10579	- 3,6 %
H _J	2,795	2,601	- 6,8 %

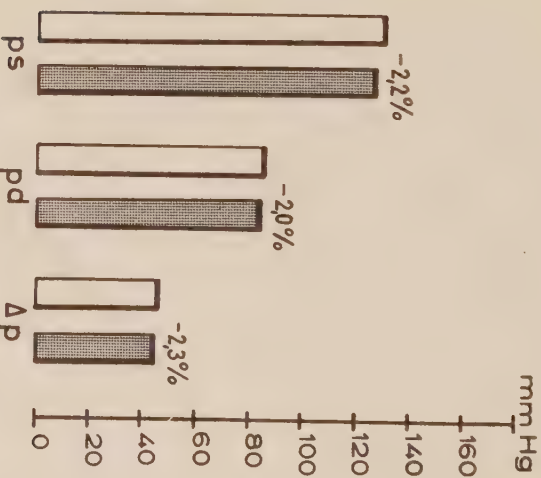
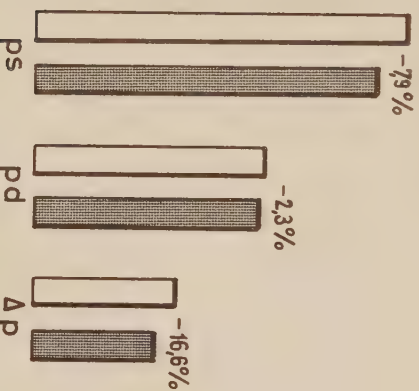
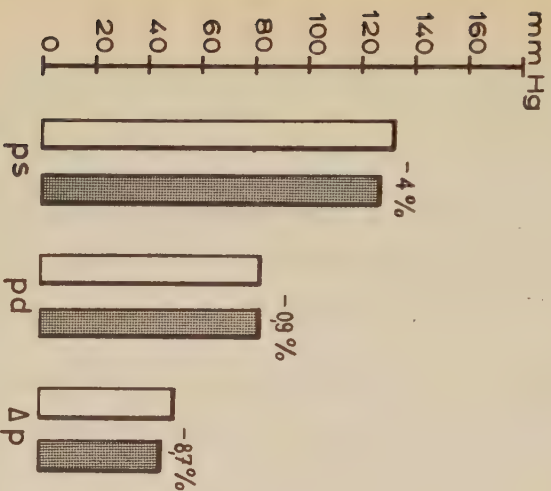
Es soll nun noch ein Vergleich der Veränderungen in den Gruppen IIa, III a und IV a durchgeführt werden; daraus ergeben sich folgende Werte:

Der Blutdruck hat sich am stärksten bei den Lobektomien verändert, hier ist ein deutliches Absinken des systolischen Druckes zu vermerken, während sich der diastolische Druck bei allen Eingriffen ungefähr im gleichen Maße verringert. Auch die Blutdruckamplitude ist bei den Lobektomien am stärksten betroffen.

Blutdruck

(38 Patienten, 3-4 Wo. post. Op.)

☐ praepositiv
☒ postoperativ



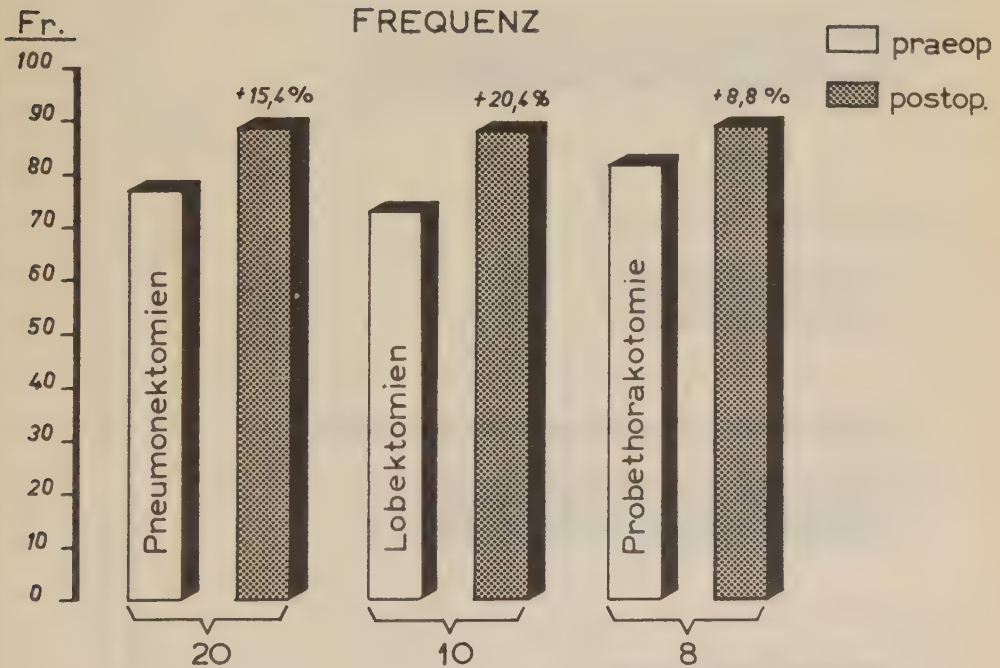
20 Pneumonektomien

10 Lobektomien

8 Probethorakotomien

In allen Gruppen lässt sich eine Verminderung der Pulszeitdauer feststellen, dadurch kommt es zu einer deutlichen Frequenzsteigerung, die bei den Lobektomien am stärksten ausgeprägt ist.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem

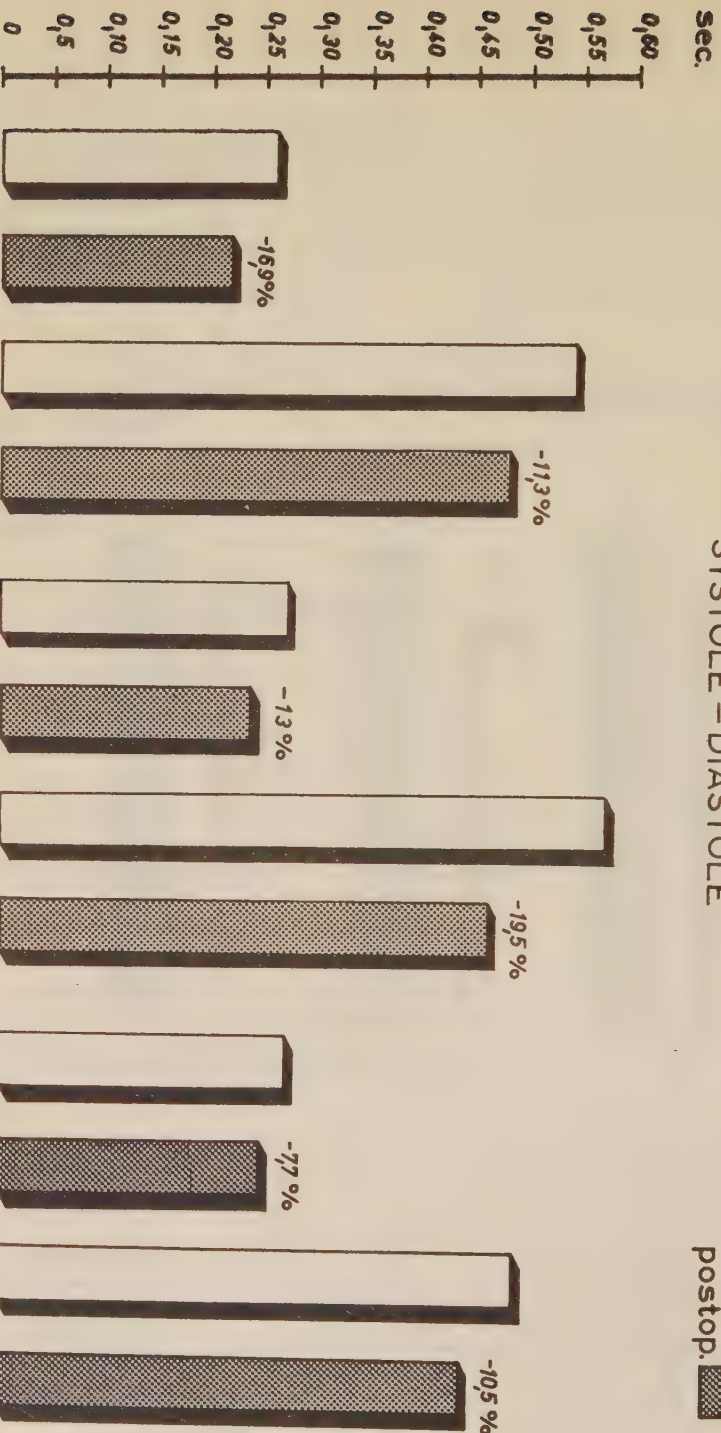


Die Verminderung der Pulszeitdauer verteilt sich unterschiedlich auf Systole und Diastole. Bei den Pneumonektomien finden wir eine stärkere Abnahme der Systolendauer, während bei den Lobektomien die Diastole, also die Ruhephase des Herzen, bedeutend mehr reduziert ist.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem

SYSTOLE - DIASTOLE

praeop. ☐
postop. ☒

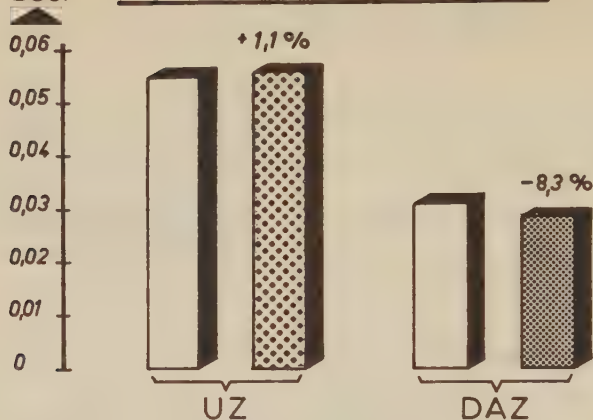


Die Veränderungen von Druckanstiegszeit und Umformungszeit sind ebenfalls unterschiedlich. Bei den Pneumonektomien ist eine deutliche Zunahme der Umformungszeit zu verzeichnen, während sie bei den Lobektomien einen Verlust zeigt. Die Probethorakotomien verursachen praktisch keine Änderung.

Die Druckanstiegszeit hat dagegen bei allen Untersuchungen abgenommen, am stärksten jedoch bei den Lobektomien, hier lag der praeoperative Wert deutlich höher.

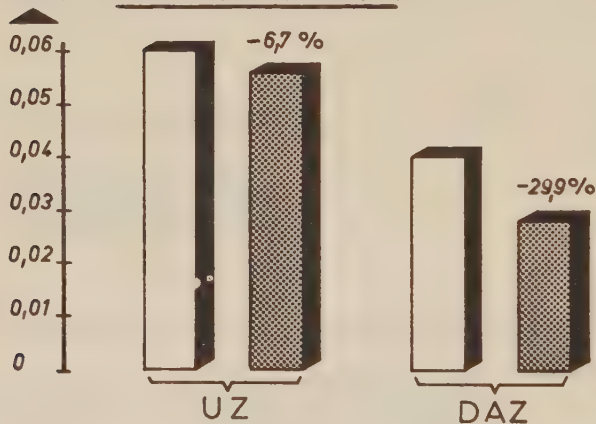
sec.

8 PROBETHORAKOTOMIEN



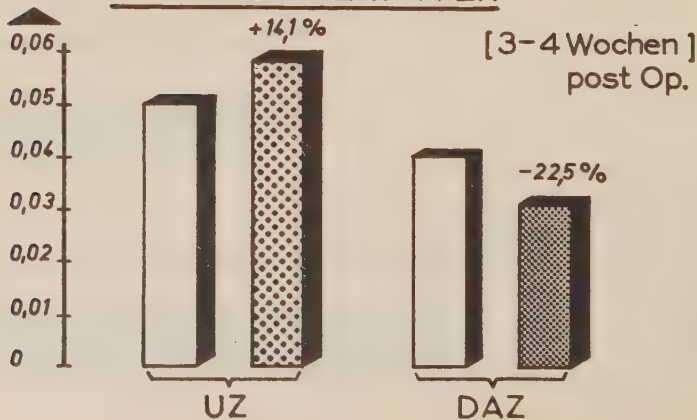
sec.

10 LOBEKTOMIEN



sec.

20 PNEUMONEKTOMIEN

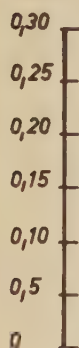


Austreibungs- und Anspannungszeit haben sich bei allen Operationen verkürzt. Nach Pneumonektomie ist die Austreibungszeit bedeutend stärker verkürzt, die Anspannungszeit hat sich dagegen fast nicht verändert. Bei den Lobektomien sind bei beiden Werten deutliche Verkürzungen festzustellen, die Anspannungszeit ist hier sogar etwas stärker betroffen. Daraus ergibt sich bei den Pneumonektomien eine bedeutend stärkere Abnahme des Quotienten

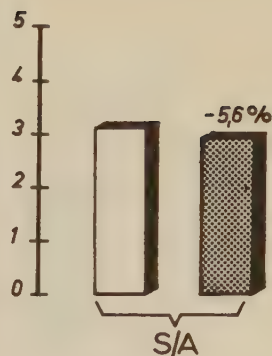
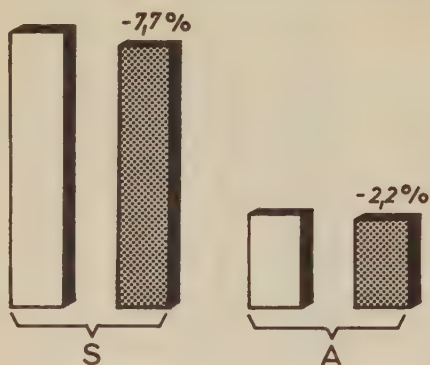
$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}},$$

der als Maß der absoluten Herzkraft angegeben wird.

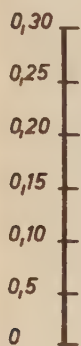
sec.



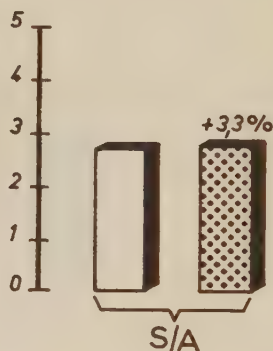
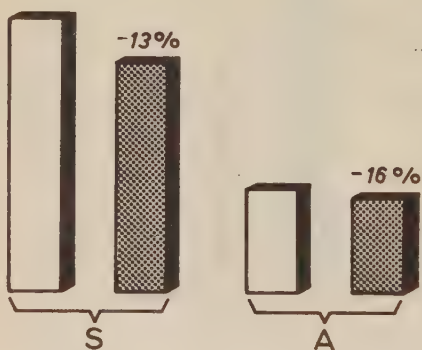
8 PROBETHORAKOTOMIEN



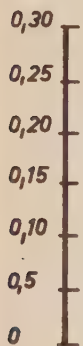
sec.



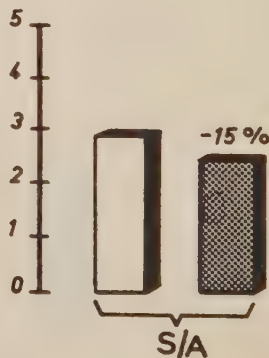
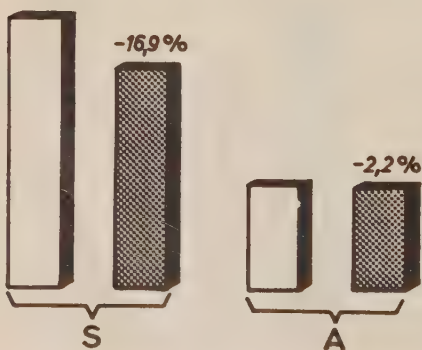
10 LOBEKTOMIEN



sec.

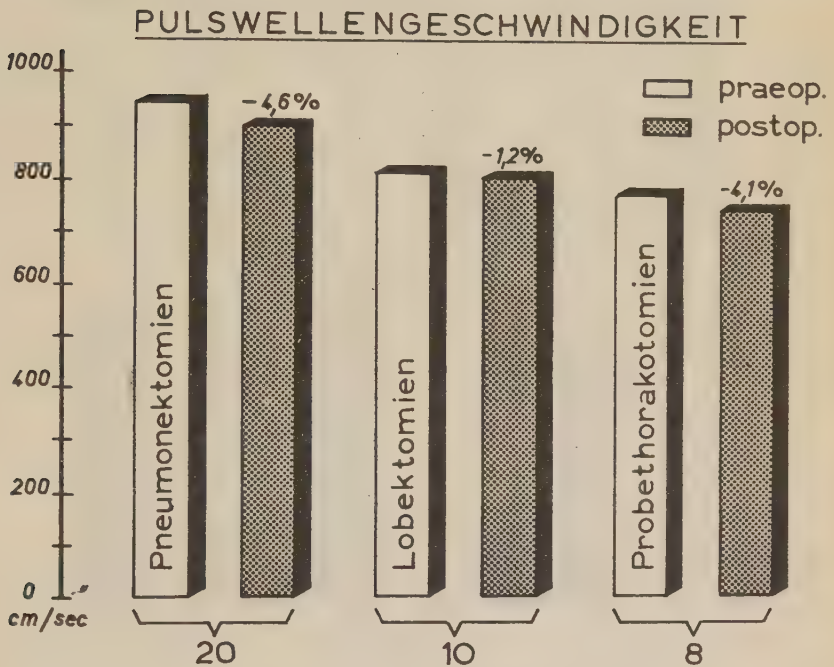


20 PNEUMONEKTOMIEN



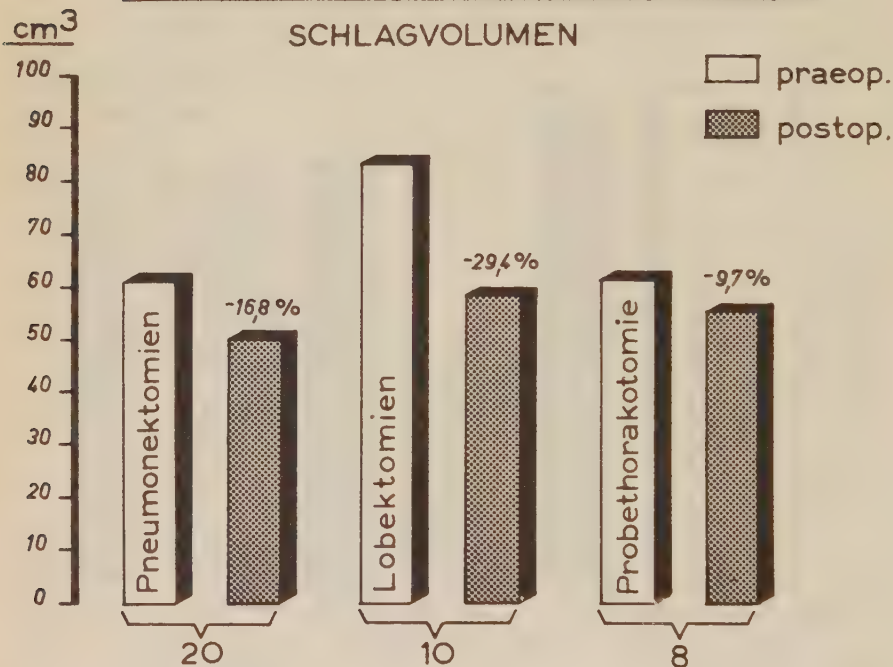
Die Pulswellengeschwindigkeit weist kaum Veränderungen auf, es ist nach allen Eingriffen eine minimale Abnahme zu verzeichnen.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem



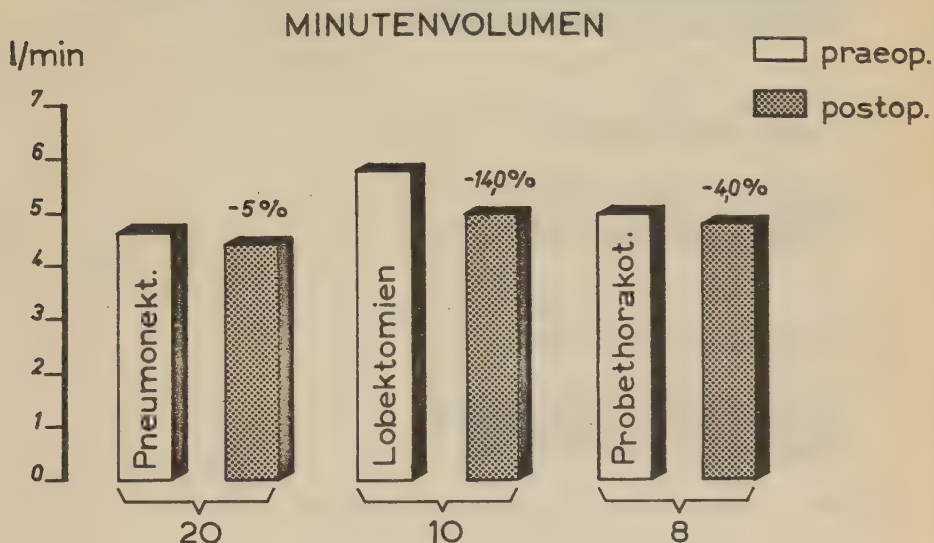
Das Schlagvolumen ist nach allen Eingriffen deutlich abgesunken, am stärksten sind die Lobektomien mit einem Verlust von 25 ccm betroffen, während die Pneumonektomien nur einen Verlust von 11 ccm pro Schlag aufweisen. Allerdings liegt bei den Lobektomien das Schlagvolumen vor der Operation bedeutend höher.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem



Dies trifft auch für das Minutenvolumen zu, obwohl bei den Lobektomien die größte Frequenzsteigerung auftritt, ist hier noch ein Verlust von 0,80 l des geförderten Volumens pro Minute zu verzeichnen.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem

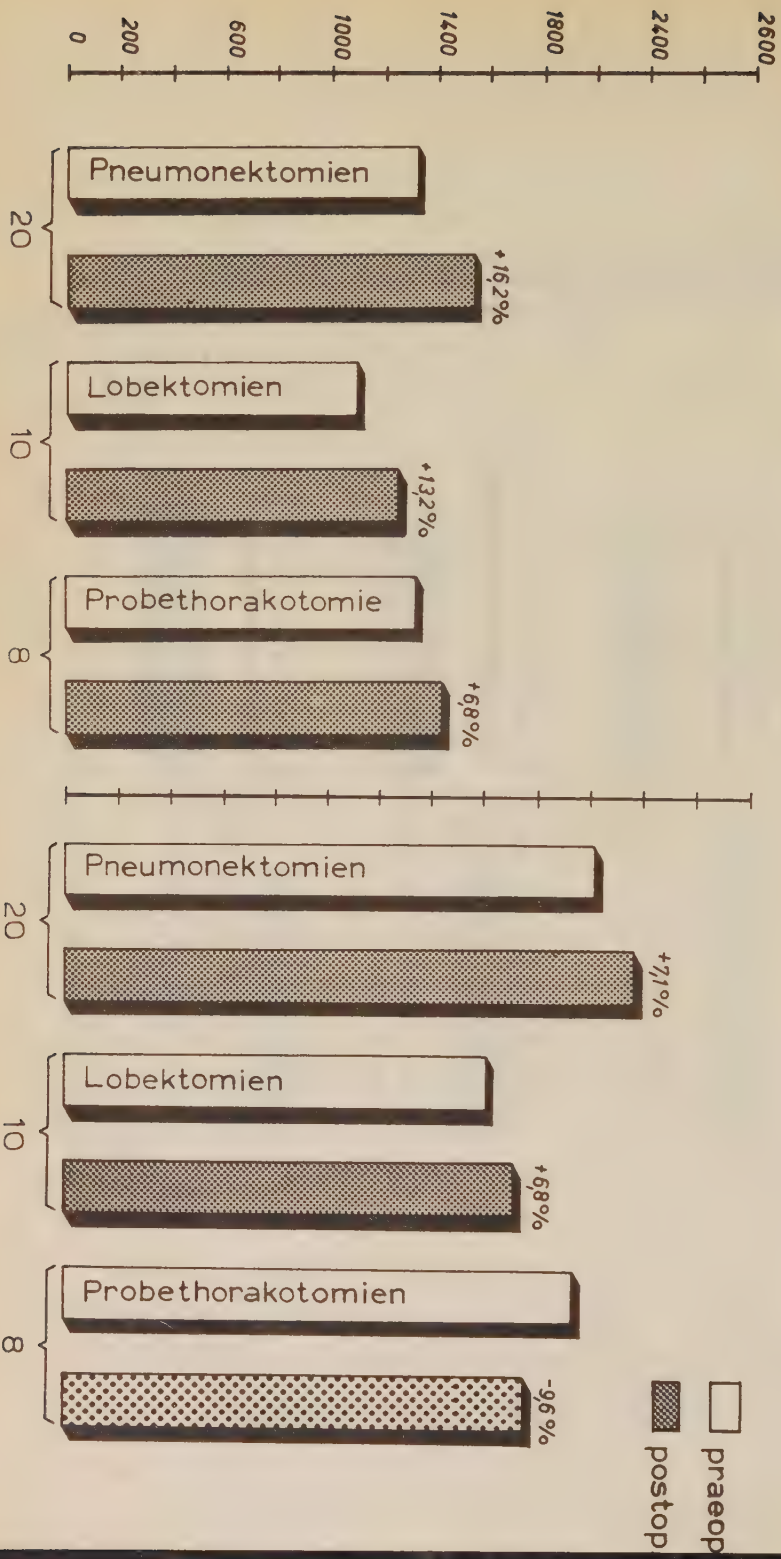


Nach der Operation ist allgemein eine Zunahme der Widerstände zu verzeichnen, nur der Periphere Widerstand nach Probethorakotomie ist leicht abgesunken. Die Erhöhung ist nach Pneumonektomie etwas stärker als nach Lobektomie, aber bei den Patienten, bei denen eine Pneumonektomie durchgeführt wurde, lagen sowohl Elastischer Widerstand als auch Peripherer Widerstand schon vor der Operation höher. Es liegen fast die gleichen Werte vor wie bei den inoperablen Patienten.

38 PATIENTEN 3-4 Wochen post Operationem

ELASTISCHER WIDERSTAND

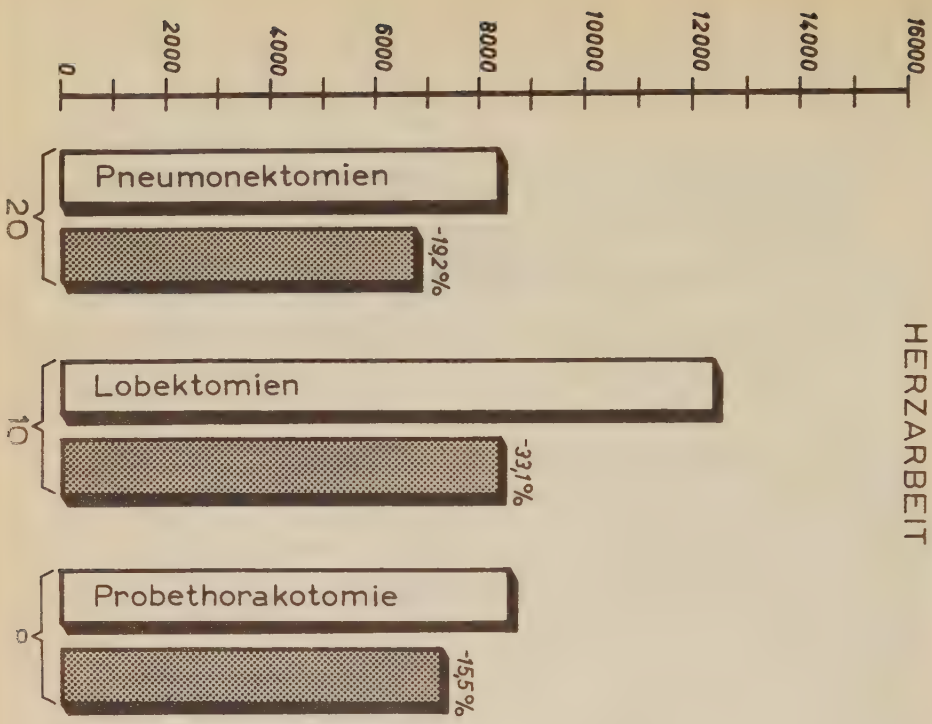
PERIPHERER WIDERSTAND



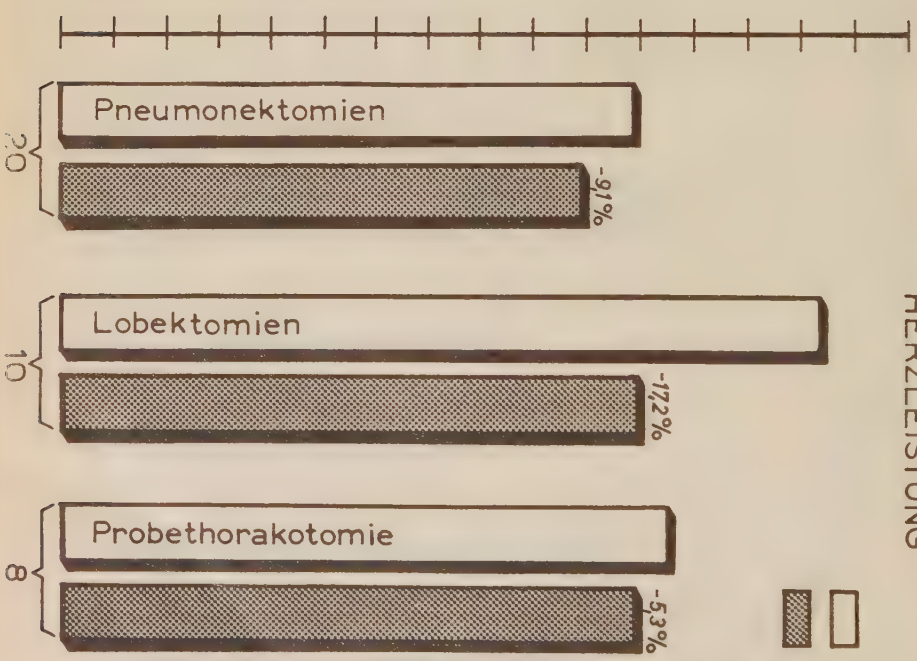
Herzarbeit und Herzleistung sanken nach allen Eingriffen deutlich ab. Bei den Patienten, bei denen eine Pneumonektomie bzw. eine Probethorakotomie durchgeführt wurde, lagen die praeoperativen Werte gleich, während die Werte der Gruppe III bedeutend höher liegen.

Das Absinken der Herzarbeit ist bedeutend deutlicher, die Lobektomien sind am stärksten betroffen. Die Herzleistung zeigt eine geringere Abnahme, aber auch hier sind die Lobektomien bedeutend mehr abgesunken.

HERZARBEIT



HERZLEISTUNG

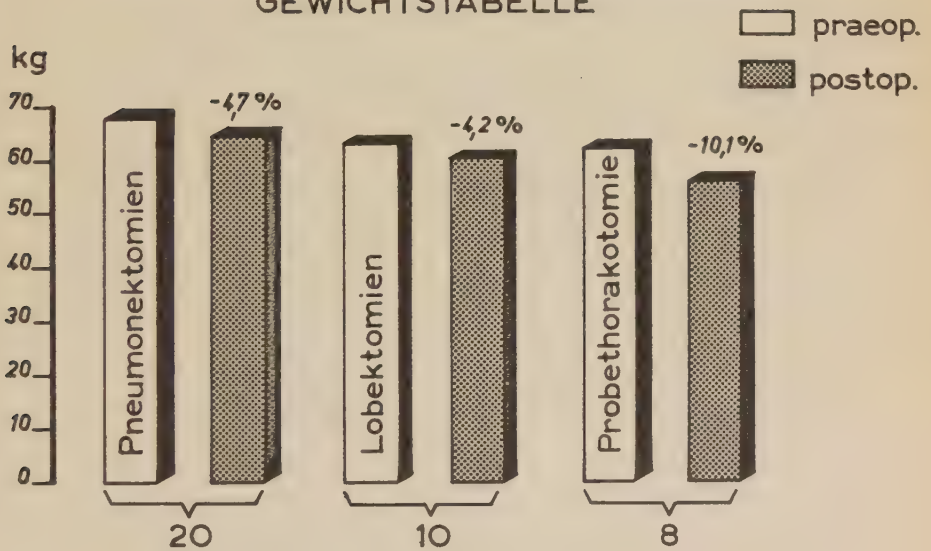


□ praep.
 ▨ postop.

Ein Gewichtsverlust ist ebenfalls nach allen Eingriffen zu verzeichnen, allerdings ist er bei den inoperablen Patienten, bei denen keine Resektion mehr durchgeführt wurde, am stärksten ausgeprägt.

38 Patienten 3-4 Wochen post Operationem

GEWICHTSTABELLE



Bei der Untersuchung der Frage, wie sich ein lungenchirurgischer Eingriff auf die Herzmuskulatur und das Reizleitungssystem auswirkt, sind im Elektrokardiogramm deutliche Veränderungen gefunden worden. Für die Untersuchung wurden die Elektrokardiogramme verwendet, die 3 - 4 Wochen nach der Operation angefertigt wurden. Hier zeigt sich nur bei fünf Patienten, bei denen eine Pneumonektomie durchgeführt wurde, daß keine Veränderungen aufgetreten sind. Bei 11 Patienten ist noch eine deutliche Veränderung im Sinne einer Perikarditis und einer Außenschichtschädigung nachweisbar. Ein reaktives Stadium war zu diesem Zeitpunkt bei neun Patienten festzustellen, eine weitere Besserung war jedoch nur bei insgesamt neun Patienten zu erkennen, wobei es bei vier Patienten zu einer vollständigen Revision kam, die aber in einem Falle erst nach acht Monaten eintrat. Außerdem traten in vier Fällen Reizleitungsstörungen nach der Pneumonektomie auf. Ein Patient hatte sogar über längere Zeit anhaltendes Vorhofflimmern mit absoluter Arrhythmie.

Nach Lobektomie waren in zehn Fällen keine Veränderungen aufgetreten, während bei sieben Fällen zum Zeitpunkt der Untersuchung schon das reaktive Stadium erreicht war. Es ist hier auch eine deutliche Besserung zu verzeichnen, in zwei Fällen war innerhalb von zwei Monaten eine vollständige Revision eingetreten.

Die Untersuchungen nach Probethorakotomie ergaben bei

acht Patienten Veränderungen. Hier hatten zwei Patienten eine deutliche Außenschichtschädigung, allerdings war in diesen Fällen der Tumor bereits in den Herzbeutel eingewachsen, bei den übrigen sechs Patienten zeigte sich bereits das reaktive Stadium einer Perikarditis, die sich in drei Fällen innerhalb von zwei Monaten völlig zurückbildete. In fünf Fällen waren durch die Operation keine Veränderungen verursacht worden.

Die Untersuchung der Lungenfunktion ergibt praeoperativ bei allen Patienten hauptsächlich für Vitalkapazität und Atemgrenzwert im Mittel die gleichen Abweichungen. Es ist allerdings eine deutliche Streubreite zu verzeichnen. Für den Mittelwert ergeben sich bei der Vitalkapazität fast keine Veränderungen gegenüber dem errechneten Sollwert, lediglich die Gruppe, bei der eine Probethorakotomie durchgeführt wurde, weist einen Verlust von 4 % auf. Dagegen ist bei allen Patientengruppen im Mittel eine Senkung des Atemgrenzwertes um fast 20 % vom Sollwert zu verzeichnen. Die Reserverluft liegt im positiven Bereich, hier sind teilweise Steigerungen bis zu 100 % zu beobachten, nur bei den Patienten, bei denen eine Probethorakotomie durchgeführt wurde, liegt der praeoperative Wert im Bereich des errechneten Sollwertes.

Der expiratorische Tiffeneau-Wert, der mit 66 % angegeben wird, ist praeoperativ leicht erniedrigt, dies trifft auch für den inspiratorischen Tiffeneau-Wert zu, der 80 - 90 % betragen soll, für die genauere Berechnung ist er hier auf 85 % festgelegt.

Nach der Operation ist eine starke Beeinflussung der Atemwerte festzustellen, die Untersuchung wurde 3 - 4 Wochen nach der Operation durchgeführt. Hier ist ein starkes Absinken der Vitalkapazität zu bemerken, bei den Pneumonektomien beträgt der Verlust 50 %, bei den Lobektomien 38 %. Auch bei den Probethorakotomien ist

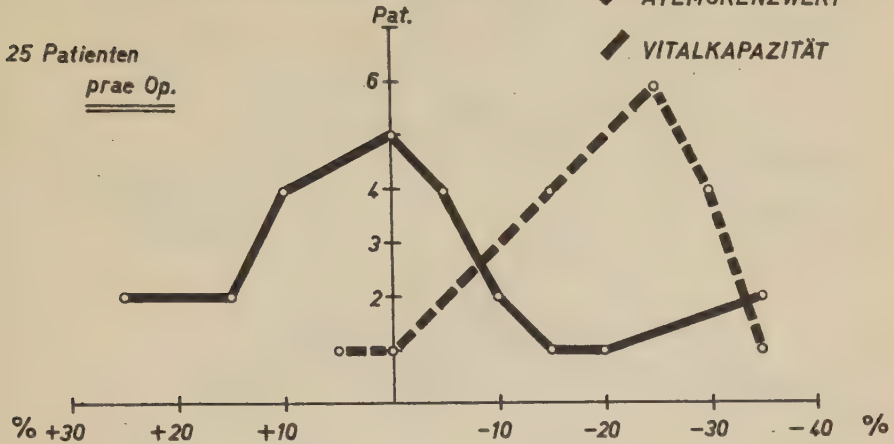
ein Absinken zu verzeichnen, hier ist der Atemgrenzwert jedoch im Mittel nicht verändert. Da der Atemgrenzwert schon praeoperativ einen deutlichen Verlust zeigte, ist hier der Abfall nicht so augenscheinlich, für die Pneumonektomien beträgt er 20 %, für die Lobektomien nur 9 %. Für die Reserveluft haben sich deutliche Verschiebungen ergeben, bei den Pneumonektomien und Lobektomien zeigen die Werte ein erhebliches Absinken zur negativen Seite. Die Tiffeneau-Werte haben sich bei allen Eingriffen gebessert.

Operation	Vitalkap.	Res.-luft	Atemgrenzwert	=66 % Tiff. exp.	=85 % Tiff. insp.	1 Sek. Wert
<u>Pneumon.</u>						
prae	+ 2%	+ 39%	- 18%	59%	72%	2 000
25 P.						
post	- 50%	- 68%	- 38%	64%	87%	1 100
<u>Lobektomie</u>						
prae	+ 4%	+ 45%	- 17%	61%	70%	2 340
17 P.						
post	- 34%	- 54%	- 26%	68%	84%	1 680
<u>Probethorak.</u>						
prae	- 4%	+ 7%	- 19%	63%	76%	2 000
13 P.						
post	- 15%	- 7%	- 20%	64%	80%	1 680

In einer graphischen Darstellung von VK und Agw zeigt sich bei den Pneumonektomien eine erhebliche Verschiebung. Die Vitalkapazität ist vor der Operation teilweise nicht verändert, teilweise positiv und auch schon deutlich abgesunken. Durch die Operation ist jedoch ein all-

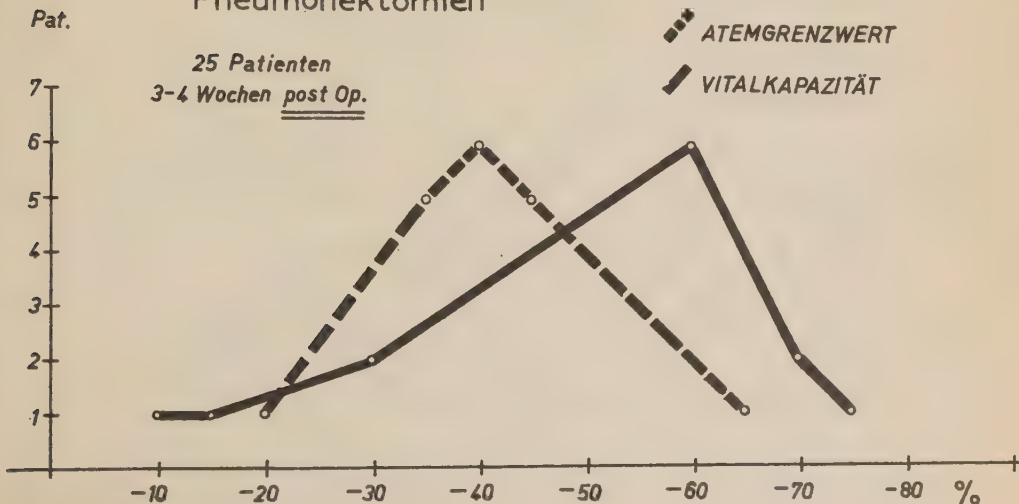
gemeines Absinken zu verzeichnen. Ebenso ist eine allgemeine Verschiebung des Agw zur negativen Seite zu vermerken.

Pneumonektomien

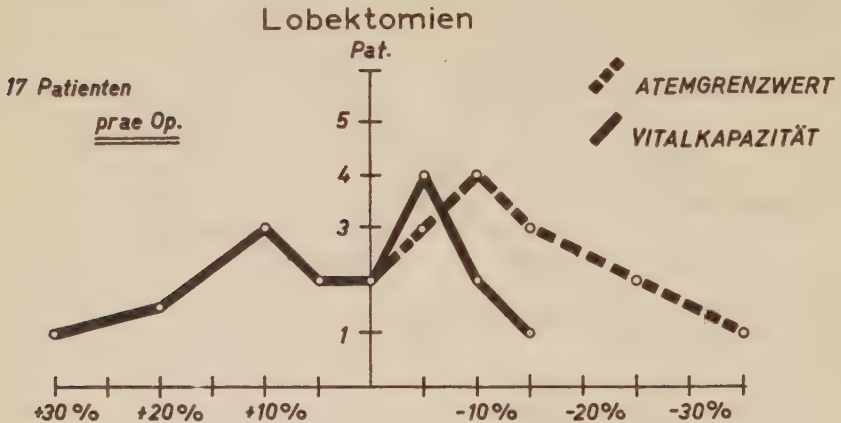


Postoperativ sind Verluste zu verzeichnen, die häufig sogar das zu erwartende Maß überschreiten. Der Atemgrenzwert ist sogar bis zu 60 % gesenkt. In einem Fall ist für die VK ein Verlust von 75 % zu verzeichnen.

Pneumonektomien

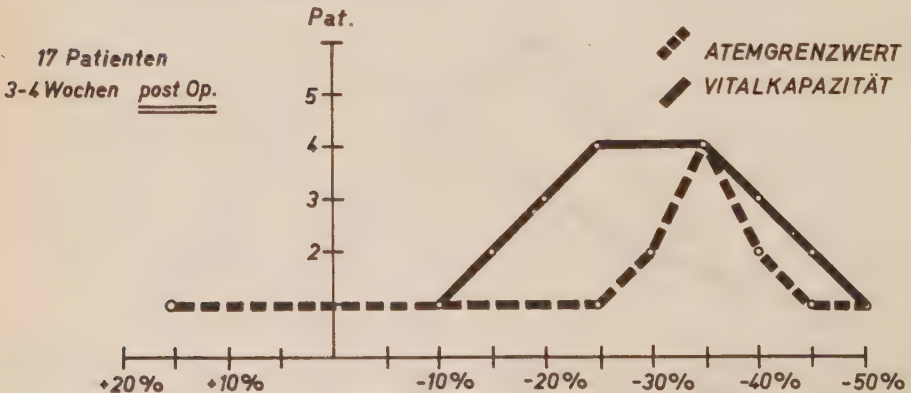


Bei den Lobektomien zeigen sich für die VK praeoperativ kaum Veränderungen, während auch hier der Agw meist schon gesenkt ist.

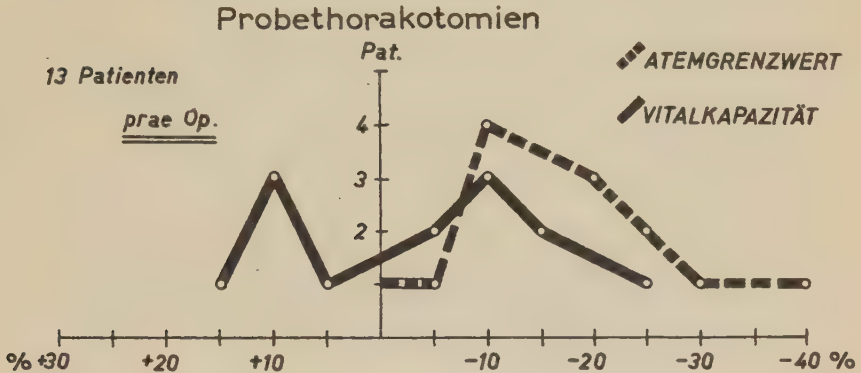


Nach der Operation ist ein deutliches Absinken der VK zu verzeichnen, der Verlust liegt für die Resektion eines Lungenlappens relativ hoch. Der Atemgrenzwert ist ebenfalls abgesunken, nur bei zwei Patienten, die wegen einer Tuberkulose reseziert wurden, ist er angestiegen.

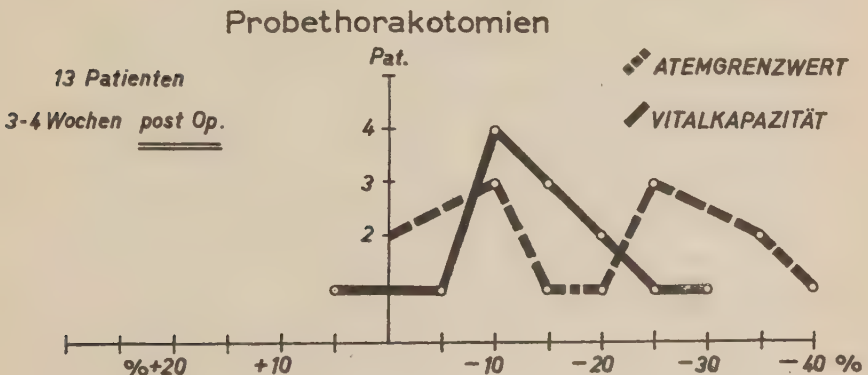
Lobektomien



Für die Probethorakotomien ergibt sich praeoperativ bei beiden Werten fast das gleiche Bild der Verschiebung wie bei den Lobektomien.



Nach der Operation hat die VK leicht abgenommen, die positiven Werte fallen jetzt weg. Der Agw weist dagegen den gleichen Gesamtwert auf, allerdings ist es zu leichten Verschiebungen der Werte bei den einzelnen Patienten gekommen.



Hier sollen nun noch einige einzelne Verlaufsbeobachtungen beschrieben werden:

Fall 1

55-jähriger Patient, Durchführung einer Pneumonektomie der rechten Seite wegen eines nicht verhornenden Plattenepithelcarcinoms.

Vor der Operation:

Es findet sich ein völlig normales Elektrokardiogramm, die Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE liegen im Bereich der Norm, der Quotient

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

liegt mit 2,5 jedoch an der kritischen Grenze und läßt auf eine Verminderung der Herzkraft schließen, die jedoch in den Einzelwerten noch nicht zum Ausdruck kommt.

16 Tage nach der Operation:

Im EKG zeigt sich eine deutliche ST-Senkung in allen Ableitungen. Die Blutdruckwerte liegen jetzt deutlich höher, die Herzfrequenz hat zugenommen, Schlag- und Minutenvolumen weisen einen deutlichen Verlust auf, während die Kreislaufwiderstände angestiegen sind.

7 Wochen nach der Operation:

Das EKG ist leicht pathologisch, es liegen Zeichen einer

latentem Coronarinsuffizienz vor. Der systolische Blutdruck ist wieder etwas niedriger, während der diastolische Blutdruckwert weiter angestiegen ist und somit eine Amplitudenverkleinerung resultiert. Die Frequenz hat sich nicht verändert. Die Druckanstiegszeit liegt mit 0,07 sec. sehr hoch, der Quotient S/A zeigt einen erheblichen Verlust und beträgt nur noch 1,5. Es ist eine weitere Verminderung von Schlag- und Minutenvolumen eingetreten. Der Periphere Widerstand steigt noch an, während Herzarbeit und Herzleistung eine deutliche Abnahme erkennen lassen.

6 Monate nach der Operation:

Im EKG ist noch in allen Ableitungen eine deutliche ST-Senkung vorhanden. Der Blutdruck hat sich nicht verändert, während die Herzfrequenz wieder auf den Wert abgesunken ist, der vor der Operation vorlag. Die Druckanstiegszeit ist jetzt wieder stark abgesunken und sogar verkürzt. Es ist ein erheblicher Anstieg des Quotienten S/A zu verzeichnen, er beträgt jetzt 3,43. Das Schlagvolumen ist jetzt etwas höher als bei der letzten Untersuchung. Es ist weiterhin eine Abnahme des Elastischen Widerstandes eingetreten, während der Periphere Widerstand noch angestiegen ist.

8 1/2 Monate nach der Operation:

Der Patient befindet sich jetzt in einem sehr schlechten

Allgemeinzustand. Es ist ein deutlicher Gewichtsverlust und eine starke Dyspnoe zu verzeichnen. Im EKG ist noch immer eine ST-Senkung vorhanden.

Der diastolische Blutdruck ist auf den praeoperativen Wert zurückgegangen. Jetzt zeigt der Quotient S/A erneut einen starken Verlust und liegt mit 2,08 unterhalb der kritischen Grenze. Das Schlagvolumen hat sich ebenso wie das Minutenvolumen seit der letzten Untersuchung verdoppelt. Die Widerstände zeigen gegenüber dem vorherigen Ansteigen einen deutlichen Verlust, hiervon ist besonders der Periphere Widerstand betroffen. Herzarbeit und Herzleistung sind deutlich über die praeoperativen Werte angestiegen.

Der Patient verstarb ein Jahr nach der Operation zu Hause.

Fall 1 - Pneumonektomie

	<u>prae-</u> <u>oper.</u>	<u>16 Tage</u> <u>post</u>	<u>7 Woch.</u> <u>post</u>	<u>6 Mon.</u> <u>post</u>	<u>8 1/2 Mon.</u> <u>post</u>
Alter	55				
ps	130	150	140	140	140
pd	80	95	100	100	80
Δp	50	55	40	40	60
pm	101,5	118,65	117,2	117,2	105,8
Δs	45	45,5	47,5	42,5	41
Q	5,5				
S	0,25	0,21	0,21	0,24	0,25
T	0,78	0,69	0,70	0,80	0,79
D	0,53	0,48	0,49	0,56	0,54
Fr.	77,2	87	85,7	75	76
Δt	0,06	0,06	0,06	0,05	0,06
ze. Δt	0,015	0,025	0,015	0,015	0,015
UZ	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07
Ges. S	0,35	0,30	0,35	0,31	0,37
A	0,10	0,09	0,14	0,07	0,12
DAZ	0,04	0,03	0,07	0,01	0,05
S/A	2,5	2,33	1,5	3,43	2,08
c	750	910	792	850	683
vs	67,45	50,17	41,68	44,37	88,36
vm	5,21	4,36	3,57	3,33	6,72
E'	1156	1709	1453	1365	1053
W	1560	2170	2617	2810	1258
E'/W	0,741	0,786	0,556	0,485	0,837
H _A	9105	7917	6497	6916	12433
H _L	11672	11475	9282	8645	15738
H _J	2,993	2,567	2,15	1,957	3,997

Fall 2

54-jähriger Patient, Durchführung einer
Pneumonektomie der linken Seite wegen
eines Plattenepithelcarcinoms.

Vor der Operation:

Im Elektrokardiogramm sind keine pathologischen Veränderungen erkennbar. Die Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE liegen im Bereich der Norm. Der Quotient

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

beträgt 4.

16 Tage nach der Operation:

Im EKG zeigt sich jetzt eine Amplitudenverkleinerung der QRS-Gruppe, wahrscheinlich Ausbildung eines Fibrothorax. Der Blutdruck hat sich nur unwesentlich verändert. Es ist eine deutliche Frequenzsteigerung zu verzeichnen, die hauptsächlich auf einer Verkürzung der Diastole beruht. Der Quotient S/A beträgt nur noch 2,66 und weist damit eine erhebliche Verminderung auf. Das Schlagvolumen hat nur wenig zugenommen, während das Minutenvolumen durch das Ansteigen der Pulsfrequenz deutlich höher liegt. Die Kreislaufwiderstände sind hier deutlich zurückgegangen, Herzarbeit und Herzleistung dagegen angestiegen.

4 Wochen nach der Operation:

Das EKG zeigt eine Gesamtnegativierung in v_3 und eine T-Negativierung in allen Ableitungen, in v_3 wird eine angedeutete Linksverspätung erkennbar.

Die Frequenz ist noch weiter leicht angestiegen. Der Quotient S/A liegt jetzt mit 2,3 unterhalb des kritischen Grenzwertes. Schlag- und Minutenvolumen sind ebenfalls weiter angestiegen. Der Elastische Widerstand liegt jetzt etwas höher und hat den praeoperativen Wert wieder erreicht, während der Periphere Widerstand weiter abgesunken ist. Herzarbeit und Herzleistung haben sich nur geringfügig verändert.

9 Wochen nach der Operation:

Im EKG ist noch eine deutliche T-Negativierung in allen Ableitungen zu verzeichnen, die Linksverspätung besteht noch. Der systolische Blutdruck ist jetzt etwas abgefallen. Es ist aber eine weitere Zunahme der Pulsfrequenz zu verzeichnen. Der Quotient S/A ist wieder etwas angestiegen, liegt aber mit 2,44 noch unterhalb des kritischen Grenzwertes. Das Schlagvolumen ist um 10 ccm niedriger geworden und liegt jetzt leicht unter dem praeoperativen Wert, ebenso hat das Minutenvolumen abgenommen. Der Elastische Widerstand ist etwas geringer geworden, während der Periphere Widerstand wieder ansteigt. Herzarbeit und Herzleistung haben sich weiter verringert.

5 1/2 Monate nach der Operation:

Es liegt jetzt ein Niedervoltage-EKG vor mit stellenweise gehäuft auftretenden heterotopen Extrasystolen, Zeichen einer Coronarinsuffizienz sind ebenfalls vorhanden. Die Kreislaufberechnungen zeigen jetzt ein Absinken der Pulsfrequenz, sie ist aber mit + 19 Schlägen noch deutlich höher als vor der Operation. Der Quotient S/A liegt bei 2,89, hat sich also deutlich gebessert. Das Schlagvolumen ist gleich geblieben, während das geförderte Minutenvolumen weiterhin geringer geworden ist, da jetzt die Pulsfrequenz abgenommen hat. Der Periphere Widerstand ist weiter angestiegen, während der Elastische Widerstand gleich geblieben ist. Beide Werte liegen aber unter dem praeoperativ ermittelten Wert. Herzarbeit und Herzleistung sind weiterhin abgesunken, die Herzleistung ist allerdings noch deutlich höher als der praeoperative Wert.

Fall 2 - Pneumonektomie

	<u>prae-</u> <u>oper.</u>	<u>16 Tage</u> <u>post</u>	<u>4 Woch.</u> <u>post</u>	<u>9 Woch.</u> <u>post</u>	<u>5 1/2 Mon.</u> <u>post</u>
Alter	54				
ps	140	140	140	130	130
pd	80	90	80	80	80
Δ p	60	50	60	50	50
pm	105,8	111,5	105,8	101,5	101,5
Δ s	54,5	55	53	49	49
Q	5,8				
S	0,28	0,24	0,23	0,22	0,26
T	0,99	0,70	0,68	0,64	0,76
D	0,71	0,46	0,45	0,42	0,50
Fr.	60,6	85,7	88	94	79
Δ t	0,05	0,07	0,06	0,06	0,05
ze. Δ t	0,03	0,02	0,01	0,035	0,025
UZ	0,05	0,06	0,06	0,08	0,05
Ges. S	0,35	0,33	0,33	0,31	0,35
A	0,07	0,09	0,10	0,09	0,09
DAZ	0,02	0,03	0,04	0,01	0,04
S/A	4	2,66	2,3	2,44	2,89
c	1090	786	883	816	980
vs	62,32	67,38	68,49	59,6	58,6
vm	3,78	5,77	6,03	5,6	4,63
E'	1423	1197	1403	1356	1376
W	2235	1541	1397	1447	1752
E'/W	0,637	0,777	1,004	0,936	0,785
H _A	8770	9991	9637	8050	7780
H _L	8858	14273	14173	12560	10430
H _J	1,833	2,830	2,954	1,96	2,260

Fall 3

63-jähriger Patient, Durchführung einer Pneumonektomie der linken Seite wegen eines nicht verhornenden Plattenepithelcarcinoms.

Vor der Operation:

Das Elektrokardiogramm ist völlig normal. Die Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE liegen im Bereich der Norm. Der Quotient für die Herzkraft

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

beträgt 2,7.

7 Tage nach der Operation:

Im EKG ist eine leichte T-Negativierung in allen Ableitungen vorhanden. Der Blutdruck hat sich nicht wesentlich verändert, ebenso ist zu diesem Zeitpunkt die Pulsfrequenz nur wenig angestiegen. Der Quotient S/A beträgt jetzt 3,43 und ist also beträchtlich angestiegen. Schlag- und Minutenvolumen haben sich fast verdoppelt. Während sich der Elastische Widerstand nur wenig verändert hat, ist der Periphere Widerstand fast auf die Hälfte des Wertes abgesunken, der praeoperativ vorlag. Die Herzarbeit hat sich erhöht, bedeutend stärker hat jedoch die Herzleistung zugenommen.

3 Wochen nach der Operation:

Das EKG zeigt einen Linkstyp, diskordant. Der systolische Blutdruckwert ist jetzt deutlich abgesunken, die Pulsfrequenz liegt wesentlich höher als praeoperativ. Der Quotient S/A ist jetzt mit 2,44 unter den kritischen Grenzwert gesunken. Das Schlagvolumen hat sich sehr stark vermindert und liegt jetzt unter dem praeoperativen Wert, das Minutenvolumen liegt durch die erhöhte Pulsfrequenz noch etwas höher. Die Widerstände sind fast wieder so hoch wie die Ausgangswerte. Herzarbeit und Herzleistung sind erheblich abgesunken und liegen jetzt unter den praeoperativen Werten.

8 1/2 Monate nach der Operation:

Der Linkstyp im EKG besteht noch. Der systolische Blutdruck hat jetzt wieder den Ausgangswert erreicht, während der diastolische Blutdruckwert sehr hoch liegt. Die Pulsfrequenz ist ebenfalls wieder auf den Ausgangswert zurückgegangen, auch der Quotient S/A hat mit 2,7 wieder den praeoperativen Wert erreicht. Das Schlagvolumen ist jedoch 10 ccm niedriger, pro Minute wird jetzt sogar ein Liter weniger gefördert. Es ist eine deutliche Zunahme des Peripheren Widerstandes zu verzeichnen, während der Elastische Widerstand sich nicht wesentlich verändert hat. Herzarbeit und Herzleistung sind abgesunken.

Fall 3 - Pneumonektomie

	<u>prae- oper.</u>	<u>7 Tage post</u>	<u>3 Woch. post</u>	<u>8 1/2 Mon. post</u>
Alter	63			
ps	130	140	115	135
pd	90	80	80	105
Δ p	40	60	35	30
pm	107,2	105,8	95,05	117,5
Δ s	45,5	42	36	40
Q	6,0			
S	0,27	0,24	0,22	0,27
T	0,73	0,67	0,62	0,77
D	0,46	0,43	0,40	0,50
Fr.	82,2	89,5	96,7	78
Δ t	0,05	0,06	0,05	0,05
ze. Δ t	0,035	0,045	0,035	0,03
UZ	0,06	0,06	0,06	0,05
Ges. S	0,37	0,31	0,31	0,37
A	0,10	0,07	0,09	0,10
DAZ	0,04	0,01	0,03	0,05
S/A	2,7	3,43	2,44	2,7
c	910	700	720	800
vs	56,50	96,16	49,73	46,80
vm	4,64	8,61	4,81	3,65
E'	1191	1030	1156	1045
W	1842	980	1576	2579
E'/W	0,646	1,051	0,733	0,406
H _A	8055	13530	6286	7330
H _L	11035	20190	10139	9520
H _J	2,88	5,412	3,143	2,382

Fall 4

58-jähriger Patient, Durchführung einer Resektion des linken Oberlappens wegen eines nicht verhornenden Plattenepithelcarcinoms.

Vor der Operation:

Das Elektrokardiogramm ist völlig normal. Die Kreislaufberechnungen nach BROEMSER und RANKE liegen im Bereich der Norm. Der Quotient

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

liegt bei 3,5, also deutlich über dem als kritisch angegebenen Grenzwert.

12 Tage nach der Operation:

Im EKG ist die Übergangszone nach v_2 verschoben, es ist eine deutliche Verschlechterung gegenüber dem praeeoperativen EKG eingetreten, eventuell durch eine Verschwartung bedingt, deutlich ist eine Begleitperikarditis. Der Blutdruck ist leicht abgesunken, die Pulsfrequenz erheblich angestiegen. Es liegt auch eine Abnahme des Quotienten S/A vor. Das Schlagvolumen weist eine Verminderung um 10 ccm auf, während sich das Minutenvolumen nicht wesentlich verändert hat, wie die Pulsfrequenz angestiegen ist. Die Widerstände haben sich nur unwesentlich geändert, ebenso Herzarbeit und Herzleistung, sie weisen eine mäßige Abnahme auf.

5 Wochen nach der Operation:

Das EKG weist noch die Veränderung auf, die bei der ersten postoperativen Untersuchung bestanden. Jetzt ist der Blutdruck deutlich angestiegen, die Pulsfrequenz hat sich kaum verändert. Der Quotient S/A ist jetzt bis auf 2,77 abgesunken. Schlag- und Minutenvolumen liegen jetzt deutlich höher als bei der praeoperativen Untersuchung. Jetzt ist aber der Periphere Widerstand abgesunken, der Elastische Widerstand ist kaum verändert. Herzarbeit und Herzleistung sind deutlich angestiegen.

4 Monate nach der Operation:

Das EKG weist eine deutliche Besserung auf, die T-Abflachung ist nicht mehr so ausgeprägt. Die Kreislaufberechnungen ergeben fast die gleichen Werte, die auch praeoperativ vorlagen, der Quotient S/A liegt bei 3,11, hat sich also deutlich gebessert.

Fall 4 - Lobektomie

	<u>prae- oper.</u>	<u>12 Tage post</u>	<u>5 Woch. post</u>	<u>4 Mon. post</u>
Alter	58			
ps	130	120	140	130
pd	85	80	90	80
Δp	45	40	50	50
pm	104,35	97,2	111,5	101,5
Δs	44,5	46	43	46
Q	5,7			
S	0,28	0,22	0,25	0,28
T	0,77	0,61	0,62	0,81
D	0,49	0,39	0,37	0,53
Fr.	77,9	98,3	96,7	74
Δt	0,05	0,06	0,05	0,05
ze. Δt	0,035	0,035	0,045	0,035
UZ	0,05	0,05	0,05	0,05
Ges. S	0,36	0,29	0,34	0,37
A	0,08	0,07	0,09	0,09
DAZ	0,03	0,02	0,04	0,04
S/A	3,5	3,14	2,77	3,11
c	890	767	860	920
vs	63,40	51,14	69,41	66,4
vm	4,93	5,03	6,71	4,92
E'	1182	1296	1279	1221
W	1685	1542	1325	1646
E'/W	0,701	0,841	0,966	0,743
H _A	8799	6612	10293	8960
H _L	11427	10839	16602	11050
H _J	2,922	2,957	3,995	2,91

Fall 5

55-jähriger Patient, Durchführung einer Resektion des rechten Oberlappens wegen eines nicht verhornenden Plattenepithelcarcinoms.

Vor der Operation:

Es liegt ein normales EKG vor, die Kreislaufberechnungen liegen im Bereich der Norm mit hohen Schlag- und Minutenvolumina. Der Quotient

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

liegt allerdings bei 2,5.

4 Wochen nach der Operation:

Im EKG sind vereinzelt supraventrikuläre Extrasystolen aufgetreten, es besteht eine Sinustachykardie, außerdem T-Abflachung und Zeichen einer Coronarinsuffizienz. Die Blutdruckamplitude hat sich stark verringert. Die Pulsfrequenz ist sehr erheblich angestiegen. Es ist ferner eine Abnahme des Quotienten S/A zu verzeichnen, er liegt jetzt bei 2,25. Das Schlagvolumen ist unter die Hälfte des praeoperativ geförderten Wertes gesunken, auch das Minutenvolumen hat sehr erheblich abgenommen. Besonders der Periphere

Widerstand ist angestiegen, während sich der Elastische Widerstand nur gering veränderte. Herzarbeit und Herzleistung nahmen deutlich ab.

Zwei Monate nach der Operation verstarb der Patient zu Hause.

Fall 5

	<u>praeoper.</u>	<u>4 Wochen post</u>
Alter	55	
ps	130	120
pd	70	90
Δp	60	30
pm	95,8	102,9
Δs	43	41
Q	5,3	
S	0,25	0,18
T	0,70	0,53
D	0,45	0,35
Fr.	85,7	113,2
Δt	0,05	0,06
ze. Δt	0,025	0,035
UZ	0,06	0,05
Ges. S	0,35	0,26
A	0,10	0,08
DAZ	0,04	0,03
S/A	2,5	2,25
c	860	683
vs	71,9	33,51
vm	6,16	3,79
E'	1376	1437
W	1240	2165
E'/W	1,109	0,664
H _A	9161	4586
H _L	13089	8502
H _J	3,827	2,495

Fall 6

41-jähriger Patient, Durchführung einer
Probethorakotomie wegen eines großzelligen
wenig differenzierten Bronchial-Carcinoms,
inoperabel.

Vor der Operation:

Elektrokardiogramm: Linkstyp, in normalen Grenzen.
Der systolische Blutdruck ist hier sehr niedrig, ebenso
ist das geförderte Schlag- und Minutenvolumen sehr
gering. Der Quotient S/A liegt bei 7,25. Herzarbeit und
Herzleistung sind ebenfalls sehr niedrig.

7 Tage nach der Operation:

Das EKG ist im wesentlichen unverändert. Die Kreislauf-
berechnungen nach BROEMSER und RANKE weisen eine erheb-
liche Steigerung auf. Der systolische Blutdruck ist
jetzt normal. Die Pulsfrequenz ist erheblich angestiegen,
es ist auch eine wesentliche Steigerung des Schlagvo-
lumens und des Minutenvolumens zu verzeichnen. Der
Quotient S/A ist deutlich abgesunken, er liegt jetzt bei
4,16. Der Periphere Widerstand ist unter die Hälfte des
Ausgangswertes abgesunken. Jetzt sind Herzarbeit und
Herzleistung sehr stark angestiegen, die Herzarbeit
hat sich verdoppelt, die Herzleistung sogar verdreifacht.

5 Wochen nach der Operation:

Im EKG ist eine av-Extrasystole erfaßt worden, sonst ist es in normalen Grenzen. Die Werte der Kreislaufberechnung sinken bereits wieder ab. Der systolische Blutdruck ist wieder niedriger, es ist aber auch eine Abnahme der Pulsfrequenz zu verzeichnen. Der Quotient S/A liegt jetzt bei 2,8. Schlag- und Minutenvolumen weisen eine deutliche Verminderung auf, während der Periphere Widerstand wieder ansteigt, jedoch noch nicht den praeoperativen Wert erreicht hat. Der Elastische Widerstand hat sich fast nicht verändert. Herzarbeit und Herzleistung sind ebenfalls abgesunken, die Herzleistung ist aber noch fast doppelt so hoch wie praeoperativ.

Der Patient verstarb zwei Monate nach der Operation zu Hause.

Fall 6

	<u>prae- oper.</u>	<u>7 Tage post</u>	<u>5 Wochen post</u>
Alter	41		
ps	105	130	120
pd	75	75	80
Δp	30	55	40
pm	87,9	98,65	97,2
Δs	41,5	43,5	43
Q	4,6		
S	0,29	0,25	0,28
T	0,93	0,70	0,76
D	0,64	0,45	0,48
Fr.	64,5	85,7	77
Δt	0,05	0,06	0,05
ze. Δt	0,02	0,035	0,03
UZ	0,03	0,04	0,06
Ges. S	0,33	0,31	0,38
A	0,04	0,06	0,10
DAZ	0,01	0,02	0,04
S/A	7,25	4,16	2,8
c	819	725	860
vs	35,51	67,86	49,49
vm	2,29	5,81	3,81
E'	1301	1337	1357
W	3061	1354	1985
E'/W	0,425	0,988	0,683
H _A	4151	8903	6398
H _L	4464	12718	8418
H _J	1,244	3,342	2,190

Nach unseren Berechnungen sind alle lungenchirurgischen Eingriffe eine enorme Belastung für Herz und Kreislauf, ebenso für die Lungenfunktion. Für das Beispiel der Pneumonektomien kann gesagt werden, daß die jüngeren Patienten den Eingriff mit einer wesentlich geringeren Schwankungsbreite in den Einzelberechnungen der Kreislaufanalyse überstehen. Durch die Operation kommt es zu einer plötzlichen Steigerung der Kreislaufwerte, die Frequenz steigt teilweise sehr stark an, und es kommt sogar bis zu einer Sinustachykardie. Wenige Tage nach der Operation sind Herzarbeit und Herzleistung am höchsten, es kommt zu einer Senkung der Kreislaufwiderstände, während Schlag- und Minutenvolumen deutlich ansteigen. Nach 3 - 4 Wochen haben sich die Verhältnisse wieder deutlich geändert, die Werte haben sich erheblich verschlechtert, der Wert, der Ausdruck über die Herzkraft gibt, ist ebenfalls abgesunken. Ebenso sind Schlag- und Minutenvolumen geringer geworden. Innerhalb von 6 - 9 Wochen ist eine weitere Verschlechterung eingetreten, die Frequenz ist noch angestiegen, jetzt ist auch eine deutliche Verringerung der Blutdruckamplitude eingetreten. Bei den Untersuchungen, die 6 - 8 Monate nach der Operation durchgeführt wurden, hat sich die Frequenz wieder normalisiert, die Blutdruckamplitude hat sich allerdings weiter verringert. Sonst liegen bessere Werte vor als bei der letzten Untersuchung.

Bei Resektion der rechten Lungen-
seite ist die Auswirkung
auf das gesamte physikalische Kreislaufgeschehen be-
deutend stärker als links.

An Hand der Untersuchungen und auch der Einzelfälle
kann gesagt werden, daß 7 - 8 Monate und teilweise sogar
9 und 10 Monate nötig sind, um mit einer Einregulierung
der physikalischen Kreislaufwerte rechnen zu können.

Die Lungenfunktions-Veränderungen sind hier auch schon
praeoperativ deutlich ausgeprägt. Der Atemgrenzwert
ist wesentlich stärker betroffen, während nur in Einzel-
fällen stärkere Verluste der Vitalkapazität zu verzeich-
nen sind. Nach der Operation ist eine wesentlich stär-
kere Abnahme der Vitalkapazität zu verzeichnen, der
Atemgrenzwert hat sich im Verhältnis dazu nur gering-
verschoben. Sowohl der expiratorische Tiffeneau-Wert
als auch der inspiratorische Tiffeneau-Wert zeigen
nach der Operation eine Besserung. Bei einigen Fällen,
bei denen Untersuchungen über eine Zeitspanne bis zu
fünf Jahren vorlagen, wurde festgestellt, daß sich die
Lungenfunktion im ersten Jahr nach der Operation besser-
te, danach aber wieder eine Verschlechterung eintrat.
Bei den Lobektomien läßt sich teilweise eine noch
stärkere Beeinflussung des Kreislaufs durch die Resektion
bemerken. Bei der Untersuchung nach 3 - 4 Wochen zeigt
sich eine erhebliche Verminderung der Blutdruckamplitude,
die Pulsfrequenz ist sehr stark angestiegen. Der Verlust
von Schlag- und Minutenvolumen ist beträchtlich, ebenso

von Herzarbeit und Herzleistung. Hier liegen aber deutlich höhere Ausgangswerte vor als bei den Patienten, bei denen eine Pneumonektomie erforderlich war.

Bei den jüngeren Patienten waren keine Blutdruckveränderungen aufgetreten, aber die Pulsfrequenz ist stärker angestiegen als bei den älteren Patienten, das Minutenvolumen hat sogar zugenommen. Hier ist der Periphere Widerstand deutlich abgesunken, die Herzleistung ist angestiegen. Der Kreislauf hat sich nach diesem Eingriff innerhalb von 4 - 5 Monaten fast vollständig eingeregelt. Bei der Untersuchung der Lungenfunktion ist auch hier der Atemgrenzwert stärker verändert, während die Vitalkapazität noch sehr gute Werte oder nur geringe Verluste zeigt. Nach der Operation hat die Vitalkapazität im Verhältnis zum resezierten Lungengewebe zu stark abgenommen. Der Atemgrenzwert liegt außer bei einigen Einzelfällen in dem zu erwartenden Bereich. In zwei Fällen hat sich der Atemgrenzwert sogar gebessert, es liegen Werte vor, die den theoretischen Sollwert überschritten haben, hier handelte es sich aber um Resektionen, die wegen einer Lungentuberkulose durchgeführt wurden. Der expiratorische Tiffeneau-Wert und der inspiratorische Tiffeneau-Wert haben sich auch hier gebessert.

Für die Probethorakotomien zeigt sich eine wesentlich geringere Beeinflussung des gesamten Kreislaufgeschehens, die jüngeren Patienten sind etwas stärker betroffen,

aber ebenfalls nicht so wesentlich. Es läßt sich sagen, daß sich der Kreislauf bei den meisten Patienten innerhalb von zwei Monaten wieder an die Ausgangswerte angeglichen hat. Die Lungenfunktions-Veränderungen sind hier auch so wie bei den schon beschriebenen Patientengruppen. Nach der Operation hat sich nur der Wert der Vitalkapazität verschlechtert. Die Änderung des Atemgrenzwertes zeigt sich nur in einer graphischen Darstellung.

Die aus den Meßwerten errechneten Kreislaufwerte zeigen innerhalb der Patientengruppen deutliche Unterschiede, bei den Patienten, bei denen eine Lobektomie durchgeführt wurde, liegen die praeoperativen Ergebnisse teilweise beträchtlich höher. Die praeoperativen Werte der Patienten, bei denen eine Pneumonektomie erforderlich wurde, stimmen weitgehend mit den Werten der inoperablen Patienten überein, bei denen eine Probethorakotomie durchgeführt wurde. Daraus könnte geschlossen werden, daß die größere Ausbreitung der Lungen-erkrankung schon eine deutliche Herabminderung der physikalischen Kreislaufgrößen zur Folge hatte. Kann man dies nur auf einen Verlust an Lungenparenchym zurückführen, oder muß auch eine toxische Komponente des Tumors in Erwägung gezogen werden?

Der lungenchirurgische Eingriff hat in Einzelfällen zu extremen Veränderungen geführt. So fanden sich Patien-

ten, bei denen sich das Schlagvolumen auf mehr als 100 ccm steigerte, dies war allerdings mit einem starken Abfall des peripheren Widerstandes einhergegangen. Aber es trat auch ein Abfall bis zu 30 ccm Schlagvolumen ein.

Wodurch lassen sich diese gegensätzlichen Veränderungen erklären?

Die Auswirkungen der Narkose wie HOPPE (16) sie feststellte, konnten bei unseren Untersuchungen nicht bemerkt werden. Die Patienten wurden frühestens eine Woche nach der Operation untersucht. Aber auch 3 - 4 Wochen nach der Operation waren noch deutliche passagere Veränderungen der ST-Strecke und der T-Zacke festzustellen, ebenso Reizleitungsstörungen. Auch HARDEN, KELLER, ELLISON und KARR (10) geben EKG-Veränderungen an, sie erwähnen allerdings nur einen Fall von Perikarditis, während bei uns bedeutend häufiger Zeichen für eine Perikarditis und eine Außenschichtschädigung auftraten. HOPPE (17) gibt weiter an, daß die EKG-Veränderungen mit einem postoperativen Blutdruckabfall und mit erhöhter Pulsfrequenz einhergehen. Bei unseren, zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführten Untersuchungen sind die Blutdruckveränderungen nur geringgradig, am deutlichsten ist eine Verringerung der Blutdruckamplitude. Die Pulsfrequenz ist aber ebenfalls recht erheblich angestiegen. KILLING und BECKER (19) verglichen EKG-Veränderungen bei Pneumonektomien und stellten fest, daß nach linksseitiger Pneumonektomie die EKG-Abweichun-

gen nicht so ausgeprägt waren wie nach Resektion der rechten Seite. Dies läßt sich auch für die physikalischen Kreislaufwerte sagen, nach rechtsseitiger Pneumonektomie weichen die Werte erheblich stärker von den praeoperativ gefundenen Ergebnissen ab. Man kann dies sicher auf den größeren Verlust an Lungenparenchym zurückführen, aber es kommen wohl auch die Lageänderungen des Herzen und des Mediastinums hinzu, die HARDEN, KELLER, ELLISON und KARR (10) als eine der Ursachen für die EKG-Veränderungen ansehen.

Die Abhängigkeit der Umformungs- und Druckanstiegszeit von der Pulsfrequenz wurde von HOLLDACK (14) untersucht. Er stellte fest, daß die Umformungszeit fast unabhängig von der Pulsfrequenz ist, während die Druckanstiegszeit eine deutliche Abnahme bei zunehmender Schlagzahl zeigt. In dieser Untersuchungsreihe zeigen sich ähnliche Ergebnisse. Trotz zunehmender Schlagzahl in allen Fällen hat sich die Umformungszeit entweder nicht verändert oder hat sogar zugenommen. Die Druckanstiegszeit hat sich dagegen bei den meisten Untersuchungen verkürzt, nur in zwei Gruppen hat sich eine deutliche Verlängerung ergeben. Eine Verkürzung der Anspannungszeit ist nur dann zu verzeichnen, wenn eine erhebliche Verminderung der Druckanstiegszeit nachweisbar ist, wie dies HOLLDACK (14) schon beschrieben hat. Er führt es auf einen gesteigerten Sympathicotonus zurück.

Die Untersuchungen BLUMBERGERS (3), die sich mit den Größenänderungen des Quotienten

$$\frac{\text{Austreibungszeit}}{\text{Anspannungszeit}}$$

unter Arbeit befassen, sagen aus, daß die Größenänderungen hauptsächlich von der Anspannungszeit bestimmt werden. Dies ist auch nach lungenchirurgischen Eingriffen der Fall. Die Austreibungszeit hat bei unseren Untersuchungen in allen Gruppen abgenommen, während die Anspannungszeit teilweise einen deutlichen Anstieg aufweist. In diesen Fällen ist der Quotient S/A , der Ausdruck über die absolute Herzkraft gibt, besonders stark abgefallen. Für die Austreibungszeit ergibt sich eine deutliche Frequenzabhängigkeit, die teilweise Zunahme der Anspannungszeit spricht bei diesem Faktor dagegen. REINDELL und BAYER (25) beschreiben eine Verkürzung der Anspannungszeit unter Belastung, während sich die Austreibungszeit nicht verändert. Es könnte also eine größere Zunahme der Anspannungszeit auf eine krankhafte Abweichung der hämodynamischen Größe schließen lassen.

HERBST und MANIGOLD (11) und RANKE (22) untersuchten eine länger dauernde O_2 -Mangelatmung in großen Höhen und stellten stets eine Vergrößerung des Schlag- und Minutenvolumens fest. Dies könnte auch auf eine Lungenresektion übertragen werden, da durch den plötzlichen

Parenchymverlust eine schlechtere Arterialisierung des Blutes eintritt, auch hier sind Schlag- und Minutenvolumen kurz nach der Operation angestiegen. In einigen Fällen trat allerdings durch die Operation ein erheblicher Verlust von Schlag- und Minutenvolumen auf, und die Patienten verstarben unter den Zeichen einer akuten Herzinsuffizienz, obwohl im praeoperativen EKG keine Veränderungen bestanden. HERBST und SCHÖNERSTEDT (12, 13) führten die Belastungen unter Berücksichtigung des Zeitfaktors durch, hierbei fanden sie als drohende Zeichen eines Kollaps einen Rückgang von Schlag- und Minutenvolumen und einen Blutdruckabfall. Das Absinken von Schlag- und Minutenvolumen trat bei fast allen Patienten innerhalb von 3 - 4 Wochen ein. Ein deutlicher Blutdruckabfall konnte nicht beobachtet werden, auch nicht bei den Patienten, die nach kurzer Zeit verstarben, aber das Kreislaufverhalten läßt den Rückschluß zu, daß die plötzliche Belastung zu groß war. Hierfür lagen in keinem Fall vor der Operation Zeichen vor. Aber es kommt ja durch den Eingriff zu einer plötzlichen Verringerung der Lungenfläche und damit zu der akuten Notwendigkeit, den Kreislauf neu einzuregulieren. Der Verlust der gleichen Parenchymanteile durch die Erkrankung wird durch das langsame Fortschreiten bedeutend besser getragen. Außerdem besteht die Notwendigkeit, stets gesundes Lungengewebe mitzuentfernen. Bei Nachuntersu-

chungen, die SEMISCH (27) durchführte, wurde nach fünf Jahren bei allen Patienten ein manifestes Cor pulmonale gefunden. Wie in dem beschriebenen Fall 1 fand er bei den Patienten mit dem funktionell schlechtesten Zustand die höchsten Minutenvolumina. Als charakteristisch für den Typ der Gesamteinstellung des Kreislaufs beschreibt WEZLER (37) den Dämpfungsfaktor E'/W . Er setzt sich zusammen aus dem elastischen Gesamtwiderstand E' , der durch die Lungenoperation bei allen Gruppen zugenommen hat und dem peripheren Gesamtströmungswiderstand W , der sich unterschiedlich verhält, also teilweise eine Zunahme und teilweise eine Abnahme aufweist. Der Dämpfungsfaktor ist nur in der Patientengruppe geringer geworden, die in der 2. Woche nach der Operation untersucht wurde, sonst ist er angestiegen, hat sich also dem von BROEMSER und RANKE (5) angegebenen Wert von ~ 1 genähert.

Bei den praeeoperativ durchgeführten Lungenfunktionsprüfungen wurden für Atemgrenzwert und Vitalkapazität 60 % des theoretischen Sollwertes für eine Operation als genügend angesehen. Der Atemgrenzwert war durch die krankhaften Lungenveränderungen stets stärker betroffen als die Vitalkapazität, dies hatten MAURATH und UHLBACH (21) bei ihren Untersuchungen schon früher festgestellt.

MARTIN, BENAD und GASPERS (20) stellten fest, daß es zu einer geringeren Senkung der Vitalkapazität bei praeeoperativ erniedrigten Werten kommt als bei hohen

praeoperativen Werten. Dies ist auch bei unseren Untersuchungen erkennbar und trifft ebenfalls für den Atemgrenzwert und die Reserverluft zu. Bei den Lobektomien tritt ein größerer Verlust an Vitalkapazität ein, als nach dem Parenchymverlust zu erwarten wäre. Einige Fälle, die innerhalb mehrerer Jahre untersucht wurden, wiesen im ersten Jahr eine Besserung der Lungenfunktion auf, während später wieder eine Abnahme von Vitalkapazität und Atemgrenzwert auftraten. WASSNER (34) untersuchte auch noch die Sauerstoffaufnahme, die ebenfalls geringer war als zu erwarten, daraus schloß er, daß das restliche verbliebene Lungenparenchym emphysematös wird, oder die Atmung auch durch Ausbildung eines Fibrothorax eingeschränkt ist. Wie STRUCKOV und SKRIPNICENKO (31) feststellen, sind die Kompensationsstörungen nach Pneumonektomien bedeutend stärker und bleiben länger bestehen.

Nach allen Eingriffen ist eine Verbesserung des expiratorischen Tiffeneau-Wertes zu verzeichnen, besonders auch des inspiratorischen Tiffeneau-Wertes, die sich durch Beseitigung einer Stenose erklären ließe.

Zusammenfassung:

Bei den vorliegenden physikalischen Kreislaufuntersuchungen wurden in Gruppe II die Pneumonektomien zusammengefaßt und es zeigt sich, daß die Resektion einer Lungen- seite zu haemodynamischen Veränderungen führt, die bis zu 1 Jahr ausgeprägt sind. Die Resektion der rechten Lunge wirkt sich bedeutend stärker aus als die Resektion der linken Lunge. Zur vollständigen Angleichung des Kreislaufs kommt es nur in wenigen Fällen, da außerdem noch die Komponente des weiteren Tumorwachstums hinzukommen kann. Aber die meisten Todesfälle können wohl doch auf die Ausbildung eines Cor pulmonale zurückgeführt werden, das sicher durch die Verminderung des Lungestrombettes hervorgerufen wird. Die Verminderung der Lungefunktionswerte ist ebenfalls erheblich.

Die Gruppe III faßt die Lobektomien zusammen. Hier liegen die praeoperativen Werte meist erheblich höher als in Gruppe II und IV. Die physikalischen Kreislaufgrößen weisen durch die Operation ebenfalls erhebliche Verminderungen auf, die sich jedoch in kürzerer Zeit wieder ausgleichen. Hier ist ein Angleichen an die praeoperativen Werte in den meisten Fällen nach 5 - 6 Monaten eingetreten, doch auch hier ist es bei älteren Patienten zu einer Herzinsuffizienz gekommen. Die Lungenfunktion bessert sich ebenfalls bedeutend schneller, allerdings ist ein größerer Verlust an Vitalkapazität

eingetreten als zu erwarten war.

Für die Gruppe III zeigen sich keine so starken Veränderungen, nach der Probethorakotomie hat sich der Kreislauf meist innerhalb von zwei Monaten wieder angeglichen, ebenso die Lungenfunktion. Allerdings ist es hier ja auch nicht zu einer Verminderung des Lungenparenchyms gekommen.

Deutlich sind auch pathologische EKG-Veränderungen, die nach allen Eingriffen auftraten, aber besonders nach Pneumonektomien. Es kam zu Außenschichtschäden und Reizleitungsstörungen, die bis zu 8 Monaten bestanden.

LITERATURVERZEICHNIS

- 1 BIOCICA, P., PROVENCALE, L.,
PASANISI, A.: Zentralorg.f.d. ges. Chir.
134, 65 (1954)
- 2 BIOCICA, P., PROVENCALE, L.,
PASANISI, A.: Zentralorg.f.d. ges. Chir.
139, 50 (1955)
- 3 BLUMBERGER, KJ.: Klin. Wochenschr. 20. Jhg.,
Nr. 27, 681, 692 (1941)
- 4 BLUMBERGER, KJ.: Klin. Wochenschr. 20. Jhg.,
Nr. 28, 709, 711 (1941)
- 5 BROEMSER, PH., RANKE, O.F.: Z. Biol. 90, 467 (1930)
- 6 FRANK, O.: Z. Biol. 32, 370 (1895)
- 7 FRUCHT, Ad.-H.: Zeitschr. f. Kreislauff.
11/12, 402 (1953)
- 8 GRUNDEL, A.: Thoraxchir. 4, 326 (1956/57)
- 9 GUFFANTI, A., NOLI, G.: Zentralorg.f.d. ges. Chir.
150, 50 (1958)
- 10 HARDEN, K., KELLER, D.,
ELLISON, O., CARR, Ch.: Zentralorg.f.d. ges. Chir.
142, 155 (1956)
- 11 HERBST, MANIGOLD: Arch. Physiol. 9, 166
(1937)
- 12 HERBST: Luftfahrtmed. 1. 153
(1936/37)
- 13 HERBST, SCHÖNERSTEDT: Luftfahrtmed. 1, 141
(1936/37)
- 14 HOLLDAK, K.: Dtsch. Archiv f. klin. Med.
198, 77, 78 (1951)
- 15 HOPPE, W.: Thoraxchir. 2, Heft 1, 68
(1954)
- 16 HOPPE, W.: Thoraxchir. 2, Heft 1, 31
(1954)
- 17 HOPPE, W.: Zentralorg.f.d. ges. Chir.
143, 52 (1956)

- 18 JUNGSMANN, H.: Z. exper. Med. 122, 60, 74 (1953)
- 19 KILLING, F., BECKER, W.H.: Thoraxchir. 5, 47 (1957)
- 20 MARTIN, K. H., BENAD, G., GASPERS, K.: Bruns' Beitr. klin. Chir. 199, 329 (1959)
- 21 MAURATH, J., UHLBACH, P.: Dtsch. Z. Chir. 275, 283 (1953)
- 22 RANKE, O. F.: Luftfahrtmed. 1, 120 (1936)
- 23 REICHEL, H.: Ärztl. Forschung 4, 172
- 24 REICHEL, H.: Klin. Wochenschr. 1, (1946)
- 25 REINDELL, H., BAYER, O.: Z. ges. exp. Med. 111, 475, 481 (1942)
- 26 SCHERRER, M., SCHMIDT, F.: Thoraxchir. 2, 436 (1955)
- 27 SEMISCH, R.: Zentralorg.f.d. ges. Chir. 164, 268 (1961)
- 28 SINN, W.: Die Funktionsdiagnostik d. Herzen 199-201 (1957)
- 29 STARLING, E. H.: Das Gesetz der Herzarbeit, Bern u. Leipzig (1920)
- 30 STRAUB, H.: Dtsch. Arch. klin. Med. 115, 531 (1914)
- 31 STRUCKOV, V. I., SKRIPNICHENKO, D.F.: Zentralorg.f.d. ges. Chir. 139, 140 (1955)
- 32 SUTER: Arch. f. exper. Path. 39, 289 (1897)
- 33 VALENTIN, H.: Die Funktionsdiagnostik d. Herzen 235, 236, 247 (1957)
- 34 WASSNER, U. J.: Zentralorg.f.d. ges. Chir. 164, 172 (1961)
- 35 WEZLER, K., BÖGER, A.: Erg. Physiol. 41, 292 (1939)
- 36 WEZLER, K.: Dtsch. Gesellsch.f. Kreislaufforsch. 15, 25 (1949)
- 37 WEZLER, K.: Die Funktionsdiagnostik d. Herzen 192, 193 (1957)

Lebenslauf

Am 11. April 1940 wurde ich, Ingrid Neuhoff, als drittes Kind des Augenarztes Dr. med. Heinrich Neuhoff und seiner Frau Marie Luise Therese Neuhoff, geb. Kluge, in Plauen im Vogtland geboren.

Ab 1946 besuchte ich die Grundschule und die Oberschule in Plauen und legte 1958 die Reifeprüfung ab. Im gleichen Jahr verließ ich die Sowjetische Besatzungszone und nahm in Heidelberg an einem Ergänzungskurs für Ostabiturienten teil. Im Jahr 1959 begann ich hier das Studium der Humanmedizin und setzte es an der Universität Erlangen fort. Im Winter 1964/65 legte ich in Erlangen das medizinische Staatsexamen ab.



Buchdruck und Fotodruck: Ludwig Müller, Erlangen, Fahrstraße 5